

1 9 6 3
Nr 4 (19)

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI
WARSZAWA — MIEDZESZYN

PRZEGŁAD ZAGADNIEŃ ŁĄCZNOŚCI



MINISTERSTWO ŁĄCZNOŚCI

PRZEGLĄD ZAGADNIEŃ ŁĄCZNOŚCI

ROK 3

WARSZAWA 1963

4/19/

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI

Ośrodek Informacji Techniczno-Ekonomicznej

Kolegium Redakcyjne:

Przewodniczący - mgr inż. Zenon Szpigler
Z-ca Przewodniczącego - mgr inż. Władysław Cetner

Członkowie:

inż. Edmund Janowski, doc. Stefan Jasiński,
mgr Kazimierz Kotowski, mgr inż. Adam Moniuszko,
mgr inż. Józef Możejko

Sekretarz Redakcji - Irena Kulko

Adres Redakcji:

Instytut Łączności.

Ośrodek

Informacji Techniczno-Ekonomicznej

Warszawa-Miedzeszyn, ul. Szachowa 1

NA PRAWACH RĘKOPISU - DO UŻYTKU SŁUŻBOWEGO

Redaktor: J. Borkowska.

Montaż tekstu: B. Drabik

Dział Wydawniczy OKW Instytutu Łączności
Format B5. Nakład 550. Druk ukończono
w listopadzie 1963 r.

PRZEGLĄD
ZAGADNIENÍ ŁĄCZNOŚCI

Systemy kablowe telefonii nośnej
na krótkie odległości

SPIS TREŚCI

	Str.
1. Wł. Kawka - Przegląd systemów nośnych na małe odległości	1
2. R.C. Boyd, D.H. Smith, E.K. Eberhart, J.F. Hal- lenbeck, E.H. Perkins and J.D. Howard, Jr. - Telefoniczny system nośny typu P1 przeznaczo- ny do pracy w sieciach wiejskich - Opracował Z. Bolszakow.	25
3. E. Ferguson, M.C. Harp, E.A. Gilmore, C.G. Griffith, E.F. Tuck, D.K. Melvin, L.R. Cool, R.G. Walker - Telefoniczny system wielokrot- ny typu 81-A przeznaczony do pracy w sieciach miejskich i okręgowych - Opracował W. Barjasz	74

Inż. Władysław Kawka

PRZEGLĄD SYSTEMÓW NOŚNYCH NA MAŁE ODLEGŁOŚCI^{1/}

W artykule niniejszym dokonano ogólnego przeglądu teletransmisyjnych systemów nośnych na małe odległości.

W ujęciu tabelarycznym podane są niektóre z systemów produkowanych za granicą. Krótko opisane są zasadnicze cechy charakterystyczne systemów, tendencje rozwojowe i zamierzenia w tym względzie w ramach Organizacji Współpracy Łączności /OWŁ/.

W końcowej części przytoczone są niektóre wyniki porównawczych analiz ekonomicznych zagranicznych i krajowych systemów teletransmisyjnych.

Rozwój telefonicznych systemów wielokrotnych został zapoczątkowany wprowadzeniem systemów dalekosiężnych jednotorowych różnokanałowych na liniach napowietrznych - systemów 3 i 12-krotnych. Rozwój natomiast systemów nośnych kablowych został zapoczątkowany opracowaniem systemów dwutorowych 12- i 24-krotnych na liniach dwukablowych symetrycznych, okazało się bowiem, że z punktu widzenia technicznego i ekonomicznego bardziej korzystne jest rozdzielenie obu kierunków przenoszenia.

^{1/} Po tym artykule nastąpi cykl artykułów na temat systemów teletransmisyjnych na małe odległości, w których ciekawsze z systemów będą omówione szczegółowo.

W okresie poprzedzającym wprowadzenie kablowych systemów nośnych były stosowane w sieciach linie jednokablowe pupinizowane dla systemów naturalnych,

Wprowadzenie systemów nośnych kablowych ograniczyło, lecz nie wykluczyło budowy linii jednokablowych z systemami naturalnymi. Linie te budowane były nadal, ponieważ były bardziej racjonalne dla odległości mniejszych.

Znaczne zwiększenie zapotrzebowania na łącza w sieci w związku z automatyzacją spowodowało z jednej strony konieczność wprowadzenia w sieci dalekosiężnej systemów o większych krotnościach, z drugiej zaś zwróciło uwagę, że problemu telefonizacji w relacjach krótszych nie można rozwiązywać nadal za pomocą telefonicznych systemów naturalnych.

Konieczność coraz szerszego wprowadzania systemów nośnych w sieciach niższych płaszczyzn, przy coraz mniejszych długościach relacji, w których mają być zastosowane systemy wielokrotne, z drugiej zaś strony nieopłacalność stosowania dotychczas opracowanych systemów nośnych, przeznaczonych z założenia na dalekie zasięgi, a więc systemów skomplikowanych, pracochłonnych w produkcji, a tym samym drogich, spowodowała skierowanie prac badawczych i konstrukcyjnych do stworzenia takiego systemu, który by opierał się na urządzeniach tanich, prostych w eksploatacji i nie wymagających sieci wysokiej jakości. W wyniku tych prac zaczęto wprowadzać do prób, a później do eksploatacji, coraz więcej systemów nazywanych systemami na małe odległości, różniących się od siebie zarówno rozwiązaniem technicznym, jak i zasięgiem,

tj. odległością, przy której dany system jest jeszcze opłacalny.

Okres ostatnich kilku lat przyniósł również rozwój systemów dla najniższych płaszczyzn sieci, tj. sieci większych oraz sieci wielocentralowych dużych miast.

Rozwój systemów nośnych na małe odległości został zapoczątkowany opracowaniem systemów przeznaczonych dla wybudowanych uprzednio linii jednokablowych z systemami naturalnymi. Obecnie obserwuje się nieustanny rozwój tych systemów, pracujących na kablach współosiowych z torami małowymiarowymi, na liniach radiowych, jak również i na liniach napowietrznych. Użycie telefonicznych systemów nośnych w coraz niższych stopniach sieci ma następujące zalety: umożliwia przy komutacji dwutorowej w centralach wydłużanie dwutorowej części łańcucha telefonicznego oraz zmniejsza tłumienność wynikową tej części łańcucha, wobec czego można powiększyć tłumienność łączy międzycentralowych miejskich lub abonenckich. Pozwala to na zastosowanie w tych sieciach kabli o mniejszej średnicy żył.

2. PRZEGLĄD SYSTEMÓW

Systemy na małe odległości można podzielić na dwie grupy:

a/ o odstępach między kanałami 4 kHz. Do nich należą m. in.:

niemiecki system - Z12 N

francuski system - 6 + 6, 12 + 12

amerykański system - 24 - kanałowy system 45 B

Lenkurt

b/ o odstępie między kanałami większym od 4 kHz /zwykle 6 lub 8 kHz/.

Do tej grupy należą między innymi systemy, szwajcarski 5-kanałowy system C, zachodnioniemiecki 6-kanałowy system 6 NC, amerykański system 12-kanałowy N1, węgierski system 8-kanałowy R8K4, radziecki system 30-kanałowy KRR30/60, czechosłowacki system 6-kanałowy KNK 6, a także amerykański system P 1 lub 81 A.

Systemy na małe odległości o odstępie między kanałami 4 kHz wywodzą się z systemów dalekosiężnych.

W sieciach dalekosiężnych wraz ze wzrostem ruchu wzrosła znacznie krotność nośnych systemów telefonicznych, systemy małych krotności straciły znaczenie w tej sieci i zostały użyte w sieciach na mniejsze odległości. Jednakże systemy te z uwagi na przeznaczenie ich do pracy na liniach dwukablowych, a linie w sieciach na małe odległości były w większości jednokablowe, nie mogły odegrać w tych sieciach większej roli. Powstały z nich ekonomiczniejsze systemy jedno i dwutorowe dla linii jednokablowych.

Systemy o odstępie między kanałami większym od 4 kHz powstały w drodze poszukiwania jeszcze bardziej ekonomicznych rozwiązań systemów dla sieci bliskiego zasięgu.

Obecnie istnieje już na świecie cały szereg systemów na małe odległości. Niektóre z systemów z podaniem ich główniejszych cech charakterystycznych zestawione są w tablicy 1.

Systemy bardziej interesujące omówione będą w dalszych artykułach, dlatego też scharakteryzuje się tylko ich zasadnicze własności.

W większości systemów na małe odległości jest używane szersze pasmo częstotliwości na jeden kanał niż jest potrzebne do przenoszenia mowy, a to w celu uproszczenia filtrów w przemiennikach kanałowych, których koszt stanowi 60-70% kosztu krotnicy.

Zdecydowany kierunek większego odstępu między kanałami przyjęły te kraje, które w systemach dalekosiężnych o odstępie między kanałami 4 kHz stosowały w urządzeniach filtry kwarcowe, w tych natomiast krajach, w których stosowano w urządzeniach filtry L.C. i modulację wstępno-grupową nie zrezygnowano z odstępu między kanałami 4 kHz. W systemach tych są wprowadzane dalsze uproszczenia, które powodują utrzymywanie się i tych systemów w sieciach na małe odległości.

Systemy na małe odległości różnią się dalej od systemów dalekosiężnych tym, że urządzenia sygnalizacji zewowej /zdalnego wybierania/ stanowią nieodłączną część krotnicy, stąd też często mówi się, że krotnice mają sygnalizację systemową. Częstotliwość sygnałowa znajduje się poza pasmem rozmównym widma przeznaczonego na jeden kanał. Rozwiązania takie są stosowane zarówno w systemach o odstępie między kanałami większym od 4 kHz, jak i przy odstępie 4 kHz. W systemach z przesyłaną falą nośną jest wykorzystywana do tego celu częstotliwość fali nośnej.

Dalszą cechą charakterystyczną systemów na małe odległości stanowi użycie kompandorów. Są one stosowane w większości systemów.

W opracowanym przez szwajcarską pocztę systemie C5 o

odstęp między kanałami 6 kHz o pasmie liniowym do 70kHz stosowanie komparatorów nie jest przewidziane, okazało się bowiem na podstawie przeprowadzonych pomiarów statystycznych, że na depupinizowanych kablach szwajcarskich przesłuchy w tym zakresie nie są groźne. W systemach natomiast takich, jak N1 i 45B są stosowane komparatory poprawiające odstęp od przesłuchu o 3 N.

W systemie Z6 NC przeznaczonym tak dla linii kablowych, jak i napowietrznych są przewidziane zarówno komparatory poprawiające odstęp od przesłuchu o 2,6 N jak i możliwość przesunięcia fazowego częstotliwości nośnych. Zastosowanie tych obydwu sposobów umożliwia wykorzystanie w tym systemie nie tylko obu par w tej samej czwórce, ale i toru pochodnego.

Następną z cech charakterystycznych jest niska dolna granica opłacalności stosowania systemów, która wynosi około 20 km, np.

- w systemie szwajcarskim C5: około 18 km
- w systemie amerykańskim N1: około 24 km
- w systemie czeskosłowackim KNK6: około 15 km.

Maksymalny zasięg opłacalności niektórych systemów dochodzi do około 300 km, a w większości systemów nie przekracza 150 km. W literaturze nie zawsze jest podawany maksymalny zasięg z punktu widzenia opłacalności, lecz z punktu widzenia technicznego.

Poza tym można wymienić jeszcze jedną z cech charakterystycznych, a mianowicie większość systemów w krajach europejskich pomimo różnego odstępu między kanałami /róż-

nej krotności/ jest oparta na grupie podstawowej o szerokości pasma 48 kHz CCITT.

Wymienione w tabl. 1 systemy pochodzą z różnego okresu czasu. Najnowszymi systemami są: 12-krotny jednotorowy różnokanałowy kablowy system francuski E12 o odstępnie między kanałami 6 kHz, pracujący w pasmie 12 + 168 kHz, przy czym

kierunek A-B zajmuje pasmo 12 - 84 kHz, a

kierunek B-A zajmuje pasmo 96 - 168 kHz,

oraz system szwajcarski C8. Ten ostatni posiada również odstęp między kanałami wynoszący 6 kHz. Przewidziane są różne krotności w tym systemie i różne układy pracy. Na kablach symetrycznych są przewidziane krotności od 8 do 32 kanałów w pasmie od 12 do 204 kHz. Na kablach współosiowych z torami małowymiarowymi jest przewidziane 640 kanałów w pasmie odpowiadającym telefonii 960-krotnej.

System ten został opracowany w 1960 roku. Według informacji podanych w PTT nr 7 z 1962 r. znajduje się już w eksploatacji próbnej 55 grup 8-kanałowych:

- 6 grup na torach pochodnych kabla czwórkowego o długości 23 km,
- 3 grupy na nowo symetryzowanym kablu symetrycznym telefonii nośnej o długości 137 km,
- 12 grup na kablu symetrycznym telefonii nośnej o długości 24 km,
- 30 grup na trasie składającej się z różnych odcinków: 29 km kabla symetrycznego /praca systemu w układzie jednotorowym/ 41 km na kablu współosio-

wym /pasmo do 4 MHz/ i 62 km na kablu symetrycznym, w którym pracują systemy V60,

- 4 grupy na 6 MHz kablu współosiowym o długości 71,5 km.

Do roku 1966 projektowane jest zastosowanie w sieci szwajcarskiej na kablach współosiowych z torami małowymirowymi 500 grup 8-kanalowych tego systemu.

Poza systemami wymienionymi w tabl. 1 należy wspomnieć o systemach amerykańskich P1 oraz 81A, chociaż systemy te z uwagi na dolną granicę opłacalności są zaliczane do systemu na bardzo małe odległości^{1/}.

System P1 jest systemem 4 lub 3-krotnym rozdzielnym przeznaczonym dla sieci abonenckiej. System pracuje w paśmie do 100 kHz. W linię są wysyłane: fala nośna i dwie wstęgi boczne. Odstęp między częstotliwościami nośnymi wynosi 12 kHz.

Przewidziane są trzy warianty rozmieszczania pasm liniowych w systemie:

- a/ jak w systemie typowo rozdzielnym, gdzie częstotliwości nośne dla obu kierunków transmisji danego kanału są umieszczane obok siebie,
- b/ jak w systemie z grupowym położeniem pasm liniowych dla każdego kierunku transmisji, przy czym odstępy między skrajnymi częstotliwościami sąsiednich kanałów są równe szerokości kanału i wynoszą 6 kHz,

^{1/} Systemy P1 i 81A są treścią dwóch następnych artykułów.

Zestawienie systemów nośnych na małe odległości i ich podstawowe dane charakterystyczne

Ozna- czenie syste- mu	Kraj	Przy- stosow. do to- rów	Krotn. syste- mu	Szerok. pasma na ka- nał kHz	Układ pracy	Linowe pasmo częstotliw. kHz	Widmo sygn. w pa- smie liniow.	Częstotl. zewu Hz
1	2	3	4	5	6	7	8	9
45B	USA Lenkurt	kabl.	24	4	2-torowy /1-kablowy/	40 - 140	jedna wstęga boczna	3550 lub 3400
45CB	USA Lenkurt	nap.	4	4	1-torowy	40 - 56 60 - 76	jedna wstęga boczna	3550
0	USA	nap.	16	4	1-torowy	2 - 156	jedna wstęga boczna	3700
R1	USA	kabl.	12	8	2-torowy /w czwórce/	44 - 140 164 - 260	fala no- śna i o- bie wstę- gi bocz- ne	
6 + 6	Francja	kabl.	6	4	1-torowy	12 - 36 44 - 68	jedna wstęga boczna	2280
12+12	Francja	kabl.	12	4	1-torowy	12 - 60 72 - 120	jedna wstęga boczna	2280
E12	Francja	kabl.	12	6	1-torowy	12 - 84 96 - 168	jedna wstęga boczna	4300
Q	Anglia	kabl.	6	8	1-torowy	12 - 60 72 - 120	fala no- śna i o- bie wstę- gi bocz- ne	nośna
12	Anglia	kabl.	12	6	2-torowy /1-kablowy/	24 - 108 138 - 222	jedna wstęga boczna	4300
STR113	Holandia	kabl.	8	6	1-torowy	6 - 54 60 - 108	jedna wstęga boczna	4300
STR112	Holandia	kabl.	32	6	2-torowy	12 - 204	jedna wstęga boczna	4300
STR116	Holandia	kabl.	64	6	2-torowy	12 - 550	jedna wstęga boczna	4300

1	2	3	4	5	6	7	8	9
R4L2	WRL	nap.	4	4	1-torowy	6 - 29,7 /4 - 27,4/ 36,3 - 59,7/ /32,6- 56/	jedna wstęga boczna	4000
R8K4	WRL	kabl.	8	6	2-torowy	6 - 66 /8,3 - 63,7/	jedna wstęga boczna	4000
10R30/ /60	ESRR	kabl.	30	8	1-torowy	42 - 252 312 - 552	jedna wstęga boczna	3800
Z6N	NRF	kabl.	6	8	1-torowy	6 - 50 64 - 108	jedna wstęga boczna	4000
Z6N-T	NRF	kabl.	6	8	1-torowy	12 - 60	fala no- śna i o- bie wstę- gi bocz- ne	nośna
Z6N-C	NRF	nap.	6	8	1-torowy	12 - 60 /10 - 58/ 76 - 124/	fala no- śna i o- bie wstę- gi bocz- ne	3700
Z12N	NRF	kabl.	12	4	1-torowy	6 - 54 60 - 108	średnia wstęga boczna	3850
G5	Szwaj- caria	kabl.	5	6	1-torowy	8 - 36 42 - 70	jedna wstęga boczna	4000
G8	Szwaj- caria	kabl. sym. kabl. wsp.	8-32 640	6	8 kr.1 i 2-to- rowy pozostałe 2-torowe	12 - 204 60 - 4028	jedna wstęga boczna	4300
KHK6	CSR	kabl.	6	8	1-torowy	12 - 60 72 - 120	jedna wstęga boczna	3850
STR 202	Dania	kabl.	12	4	1-torowy	6 - 54 60 - 108	jedna wstęga boczna	3825

c/ jak w systemie z grupowym położeniem pasm liniowych, ale przesuniętym względem wariantu b/, tak że poszczególne kanały zajmują miejsce w lukach między kanałami wariantu b/.

System ten jest przeznaczony do pracy na liniach kablowych i napowietrznych od 8 km.

System 81A jest systemem kablowym 24-krotnym pracującym w pasmie 31,5 - 388,5 kHz. W linii są przesyłane fala nośna i obie wstęgi boczne. Szerokość pasma na 1 kanał wynosi 14 kHz. Jest to system dwutorowy przeznaczony do pracy na liniach jednokablowych w sieciach wielocentralowych dużych miast. Kanały kierunku B - A są ułożone w lukach kierunku A - B. System jest opłacalny od 3 mil.

3. TENDENCJE ROZWOJOWE SYSTEMÓW

Obserwuje się z jednej strony dążność do systemów o coraz większych krotnościach na liniach kablowych i radiowych, z drugiej zaś o krotnościach nieprzekraczających 12 kanałów na liniach napowietrznych.

W CSRS przewiduje się opracowanie 150-krotnego systemu dla kabli współosiowych z torami małowymiarowymi jako dalsze rozwinięcie wymienionego w tabl.1 systemu KKK6.

W ramach OWL /Organizacja Współpracy Łączności/ zostały opracowane w 1962 r. wymagania techniczne na systemy nośne na małe odległości przeznaczone dla linii kablowych, napowietrznych i linii radiowych, w których są sformułowane podstawowe własności, jakim systemy powinny odpowiadać.

Łącze odniesienia dla systemów na małe odległości wg tych wymagań ma 150 km i zawiera dwa urządzenia końcowe oraz jeden dodatkowy punkt przemiany. Psofometryczną moc szumów w łączu odniesienia zrealizowanym w linii kablowej lub radiowej ustalono na 2000 pW, w tym moc przypadająca na:

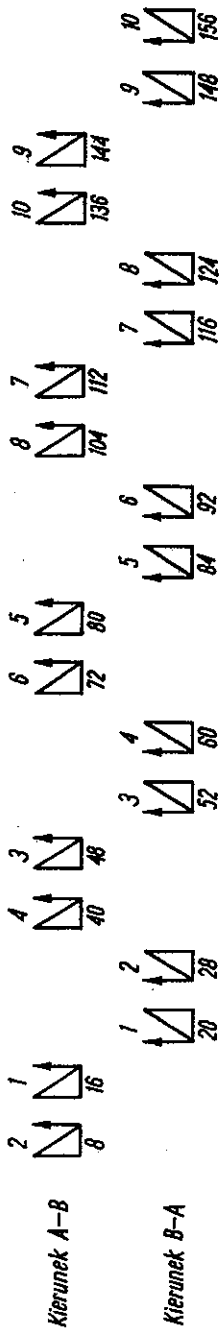
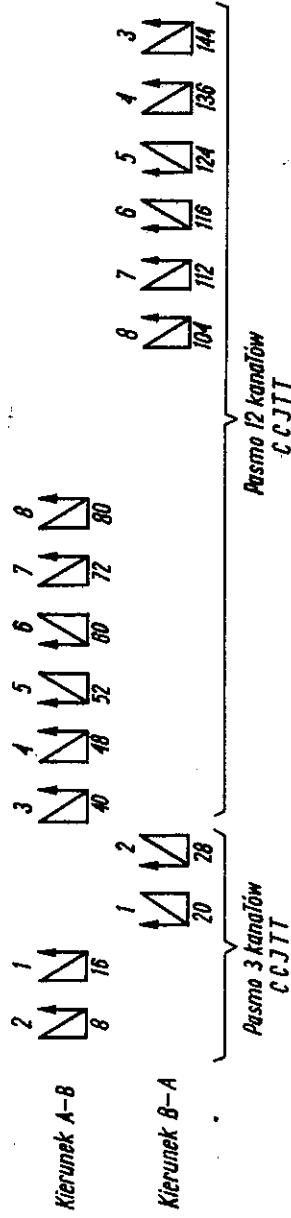
- urządzenia końcowe 1000 pW,
- dodatkowy punkt przemiany 100 pW,
- trakt liniowy 900 pW /6 pW/1 km/.

Psofometryczną moc szumów w łączu odniesienia na liniach napowietrznych ustalono na 2600 pW, w tym moc przypadającą na urządzenia końcowe i dodatkowy punkt przemiany określono jak wyżej, na trakt zaś liniowy 1500 pW /10 pW/km/. Przewidywane są systemy o jednej, dwóch, pięciu i 25 grupach pierwotnych CCITT o szerokości pasma 48 kHz.

Krotności systemów nie ustalono z uwagi na występujące różnice zdań w poszczególnych krajach co do opłacalności systemów z odstępem między kanałami 4, 6 lub 8 kHz. Sprawa ta ma być rozstrzygnięta na etapie projektu wstępnego.

Zagadnienie systemów na małe odległości było przedmiotem prac CCITT. CCITT zaleca system z odstępem między kanałami 6 kHz. Zalecana częstotliwość sygnałowa wynosi 4300 Hz.

Ciekawą propozycję rozwiązania systemu z większym odstępem między kanałami, przeznaczonego dla linii napowietrznych, zgłosiła do CCITT Administracja francuska. Jest to system 8 lub 10-krotny z przesyłaną w linii falą

Wariant 1Wariant 2

Rys. 1. Rozkład kanałów w liniowym pasmie częstotliwości w systemach napowietrznych (proponycja francuska zgłoszona do Komisji XV CCITT, 1962)

nośną i jedną wstęgą boczną. Przewidziane są dwa warianty rozkładu kanałów w pasmie liniowym, jak to przedstawia rys. 1.

4. EKONOMIKA SYSTEMÓW

Opłacalność stosowania systemów teletransmisyjnych jest związana przede wszystkim z odległością, a tym samym z kosztami względnymi traktu liniowego i urządzeń końcowych. Zależność ta jest wprost proporcjonalna, tzn. przy kosztownych traktach liniowych opłaca się stosować kosztowne urządzenia końcowe, a przy traktach mniej kosztownych urządzenia końcowe powinny być tańsze. W systemach teletransmisyjnych na małe odległości, jak sama nazwa wskazuje, trakty liniowe nie są kosztowne. Dominującą rolę odgrywają więc koszty urządzeń końcowych, stąd też dążność do ich potanienia.

Koszt urządzeń końcowych jest tym niższy, im większy przyjmuje się odstęp między kanałami z uwagi na możliwość zastosowania większych uproszczeń w filtrach. Stosowanie jednak większego odstepu między kanałami zmniejsza krotność systemu, a tym samym wzrasta koszt przypadający na jedno łącze w trakcie liniowym.

Zależności te prowadzą do ustalenia pewnych granic opłacalności, które nie są bynajmniej jednoznaczne, z uwagi na różne warunki w poszczególnych krajach, jak i różne metody obliczeń ekonomicznych.

Zależności pomiędzy poszczególnymi grupami systemów można ogólnie przedstawić w ten sposób, że jeżeli odpowiednim systemom z odstępem między kanałami 4, 6 lub 8 kHz odpowiadają zasięgi:

- 8 kHz: zasięg 11
- 6 kHz: zasięg 12
- 4 kHz: zasięg 13

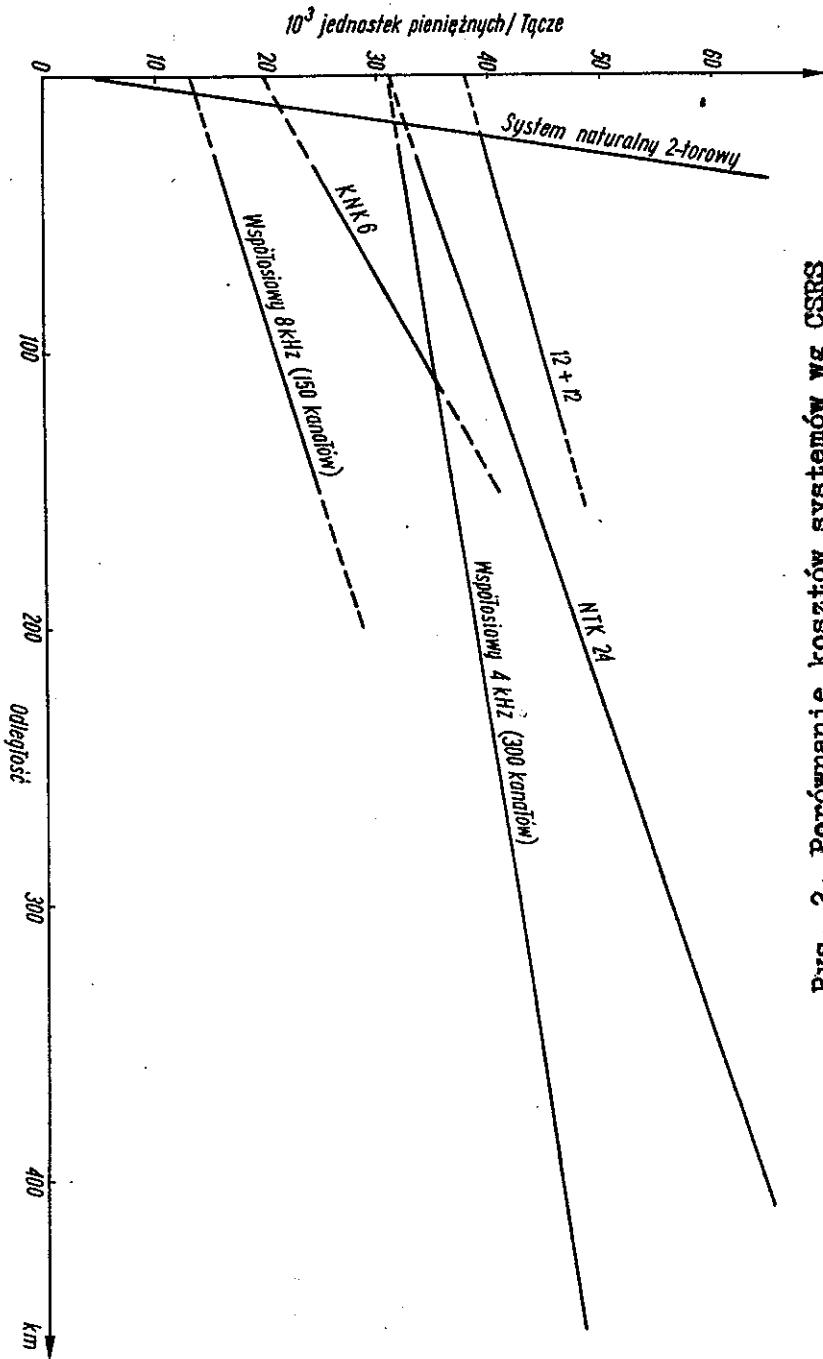
to

$$11 < 12 < 13$$

Na rysunku 2 jest przedstawione porównanie wg CSRS kosztów inwestycyjnych systemów teletransmisyjnych z odstępem między kanałami 4 i 8 kHz, a w tabl. 2 porównanie zużycia materiałowego na zespoły przemienników kanałowych w systemie NTK 12/24 i KNK6. Na rys. 3 jest przedstawione porównanie kosztów systemów teletransmisyjnych z odstępem 4 i 6 kHz wg danych szwajcarskich. Porównywano tu koszty roczne.

Na rysunku 4 jest podane porównanie kosztów systemów nośnych z odstępami 4, 6 i 8 kHz, a na rys. 5 porównanie kosztów tych systemów nośnych z systemami naturalnymi wg opracowań wykonanych w Instytucie Łączności w Warszawie.

Przedstawione wyniki analiz zagranicznych trudno jest interpretować z uwagi na brak dostatecznych danych szczegółowych, w jaki sposób je otrzymano. Porównując wyniki krajowe z zagranicznymi w sposób ogólny, widoczne jest, że występujące różnice pomiędzy kosztami systemów z odstępami 4 kHz a kosztami systemów z odstępami 6 i 8 kHz w wynikach zagranicznych są znacznie większe. Nie należy dopatrywać się tu istotnych różnic wynikających z tego, że np. wyniki szwajcarskie są podane w kosztach rocznych, a CSRS i krajowe w nakładach inwestycyjnych, chociaż i to ma pewien wpływ. Przyczyny są inne. Pier-



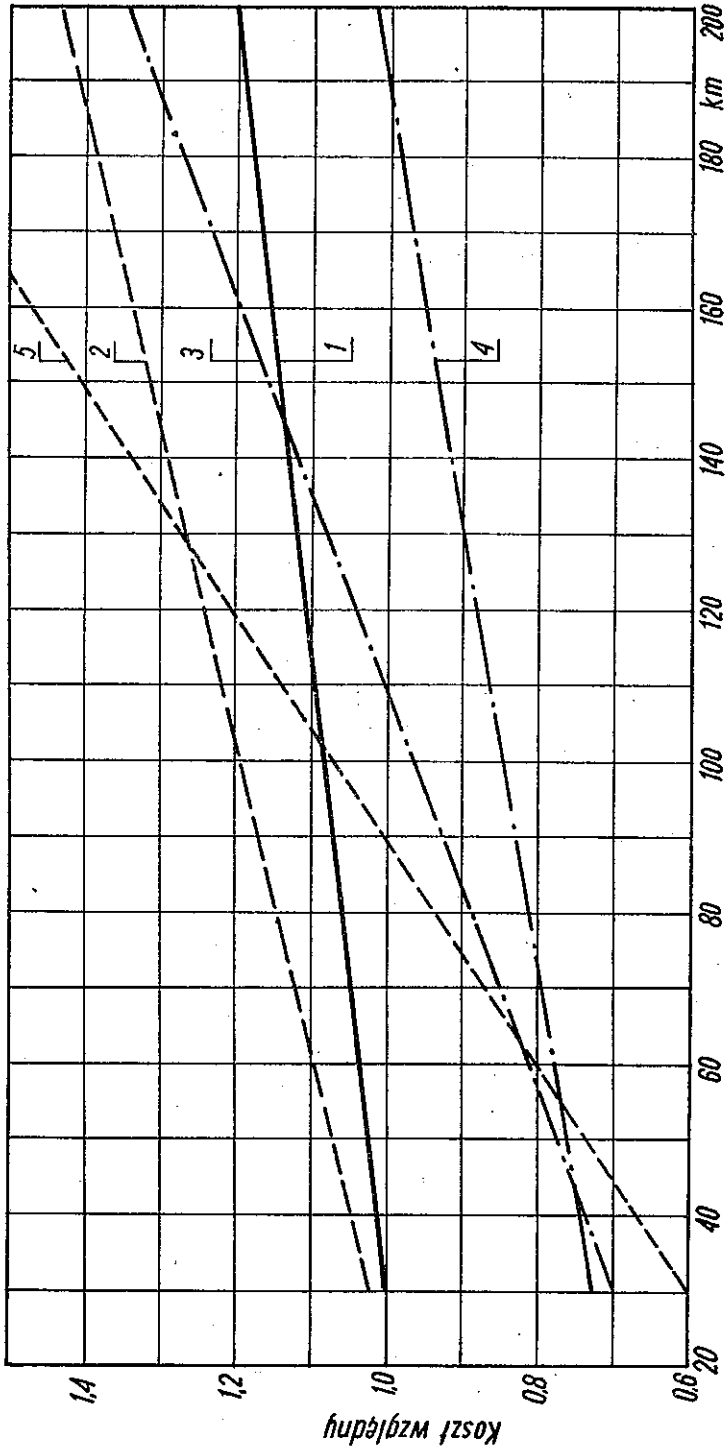
Rys. 2. Porównanie kosztów systemów wg CSRS

T a b l i c a 2

Porównanie nakładów materiałowych na zespoły przemienników kanałowych w systemach NTK12/24 i KNK6 (wg CSRS)

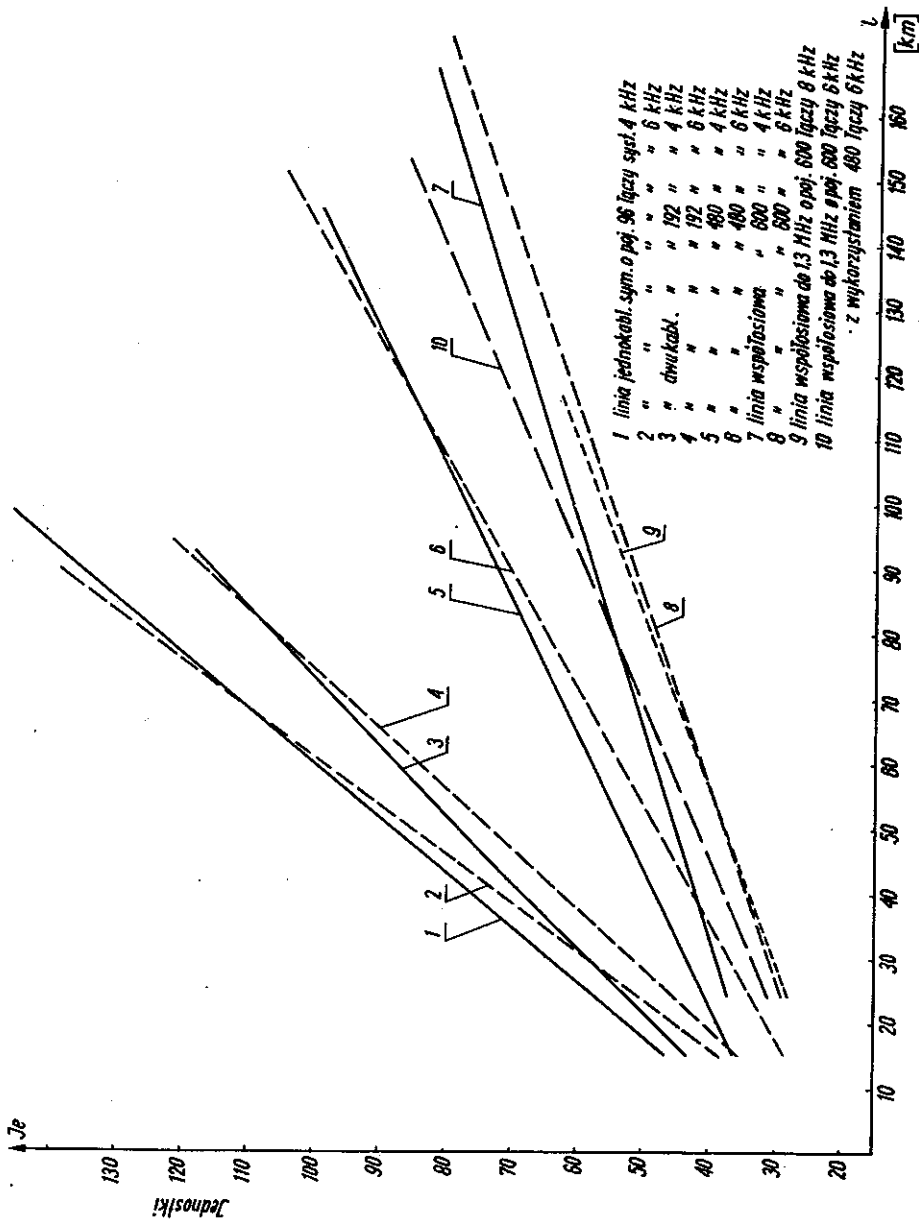
	System NTK12/24		System KNK6 ¹⁾ bez kompandora		System KNK6 ¹⁾ z kompandorem		Cena za 1 szt. jedn.pien.
	Ilość sztuk	Jednostek pieniężnych	Ilość sztuk	Jednostek pieniężnych	Ilość sztuk	Jednostek pieniężnych	
Oporniki	63	0,38	36	0,22	70	0,42	0,006
Kondensatory	52	6,25	37	4,45	49	5,58	0,12
Cewki indukco.	38	34,20	10	9,00	10	9,00	0,90
Diody	16	2,08	12	1,56	18	2,34	0,13
Transformatory	10	8,20	7	5,74	14	11,50	0,82
Potencjometry	3	0,25	1	0,05	1	0,05	0,05
Elementy aktywne	1	0,24	2	1,20	6	3,60	0,24 lampy 0,60 tranzyst
S u m a	183	51,50	105	22,22	168	32,79	

¹⁾ Ocena dokonana bez uwzględnienia układów zewowych i rozgałęźnych malej częstotliwości.

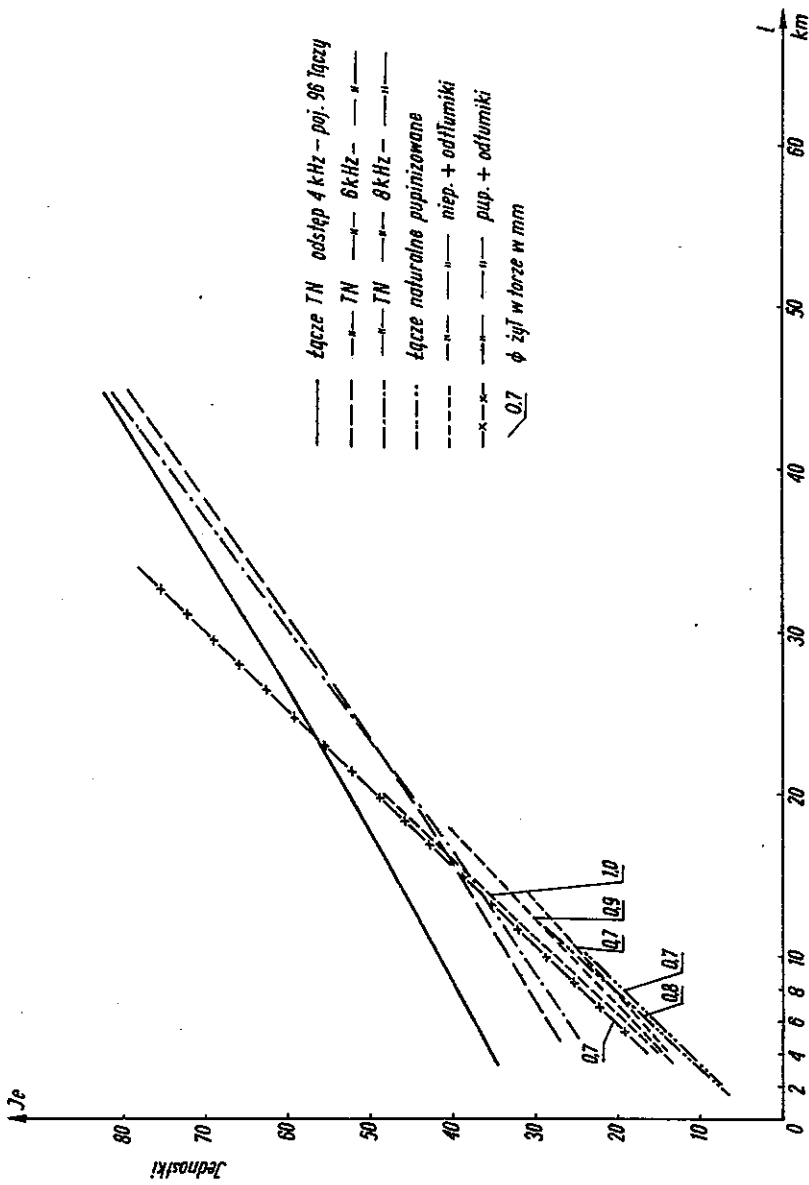


Rys. 3. Porównanie kosztów systemów wg danych szwajcarskich

1 - grupa pierwotna 12-kanalowa w systemie współosiowym; 2 - grupa pierwotna 12-kanalowa w systemie symetrycznym; 3 - grupa 8-kanalowa w systemie symetrycznym; 4 - grupa 8-kanalowa w systemie współosiowym; 5 - grupa 5-kanalowa (system C-5) w systemie symetrycznym



Rys. 4. Porównanie kosztów systemów nośnych, wg Instytutu Łączności w nakładach inwestycyjnych ekwiwalentnych



Rys. 5. Porównanie kosztów systemów nośnych z systemami naturalnymi, wg Instytutu Łączności, w nakładach inwestycyjnych ekwiwalentnych

wszą z przyczyn jest inny stosunek w kraju cen urządzeń końcowych do cen kabli. Drugą przyczyną jest stosowanie w kraju odmiennych metod rachunku ekonomicznego, który jest oparty na tzw. wskaźniku efektywności inwestycji E . We wskaźniku tym dla inwestycji etapowanych, a inwestycje łączności z reguły mają taki charakter, wzór na tzw. nakłady inwestycyjne ekwiwalentne ma postać

$$I_e = I_k \frac{1 + q_z n_z}{1 + q_z n_k}$$

gdzie:

I_k - pełna wartość nakładów inwestycyjnych danego etapu,

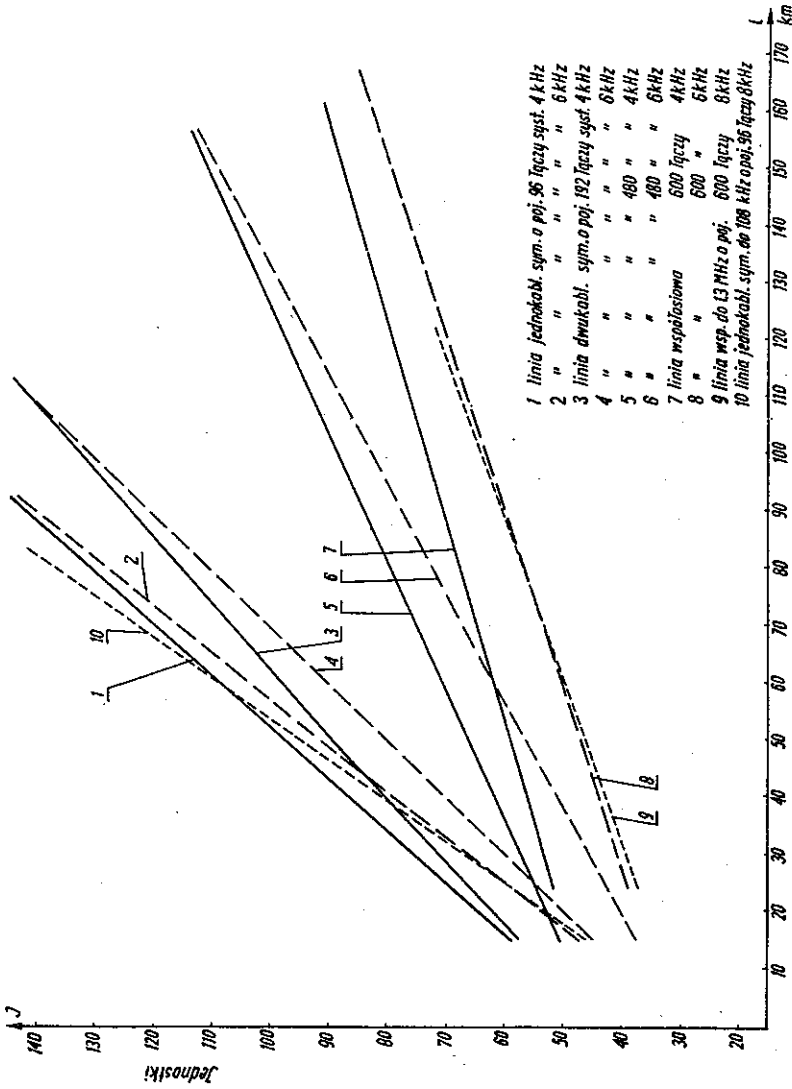
n_k - okres "odmrożenia", czyli okres czasu dzielący uruchomienie danego etapu od etapu pierwszego,

q_z - współczynnik zamrożenia

n_z - średni okres zamrożenia nakładów inwestycyjnych w trakcie budowy dla danego etapu.

Wartości I_e oblicza się dla każdego etapu oddzielnie, a następnie sumuje się je.

Z przedstawionego na rys. 5 porównania kosztów systemów naturalnych z systemami nośnymi wynika np., że systemy nośne z odstępem między kanałami 4 kHz w porównaniu do systemów naturalnych są opłacalne od około 23 km. Jeżeli nie uwzględnić powyżej przytoczonego wzoru, granica ta ulega przesunięciu do około 38 km. Wyniki porównania kosztów bez uwzględnienia czynnika czasu podane są na rys. 6 i 7.



Rys. 6. Porównanie kosztów systemów nośnych, wg Instytutu łączności, w nakładach inwestycyjnych

Należy przy tym podkreślić przedstawiane wg Instytutu Łączności wyniki otrzymane w założeniu, że koszt urządzeń końcowych w systemie z odstępami 6 kHz jest mniejszy o 30%, a z odstępami 8 kHz jest mniejszy o 40% od kosztu urządzeń końcowych z odstępami 4 kHz.

W przeprowadzonej analizie Instytutu Łączności zastosowano metodę kosztów względnych. Podstawę stanowiły stosunki cen panujące na wewnętrznym rynku francuskim. Stosunek natomiast cen kabli do cen urządzeń w kraju pozostawiono bez zmian.

WYKAZ LITERATURY

1. Aikens, Thaeler: The control of noise and crosstalk on N 1 carrier systems. A.I.E.E. Techn. Paper 1953 r., s. 53-226.
2. Bienz W.: 8-kanal - Trägerfrequenzsystem für Kurze Distanzen. Technische Mitteilungen PTT 1962 r., nr 7, s. 218-227.
3. Boulin I. Fuchs G.: Système téléphonique transistorisé à 12 voies, du type 12 + 12 avec espacement de voies de 6 kHz. Câbles et Transmission, 1961 r., nr 1, s. 72-89.
4. Bucholtz, Christiansen, Zeiser: Das Sechskanal - Kompondor - System Z6NC, FTZ. 1955 r., nr 9.
5. Ferguson, Harp, Gilmore, Griffith, Tuck, Melvin Cool, Walker: The 81-A Exchange Trunk Carrier System. Communication and Electronics. January 1962 r., s. 601-622.

6. Kuijsten L.H., Vitha F.A.: Transistorized carrier telephone equipment. Terminal equipment with 4 kc/s carrier spacing. Philips Telecom. Rev. 21, 1960 r., nr 4.
7. Ihotak J., Martoch J.: Zarizeni Tesla KNK 6 pro mnohonosobnou telefonii nosnymi proudy na krátke vzdálenosti. Sdelovací Technika 1960 r., nr 9, s. 325-329.
8. Martoch J.: Nošne telefonii systemy pro kratke vzdálenosti. Slaboproudy Obzor 1958 r., nr 11, s. 711-716.

TELEFONICZNY SYSTEM NOSNY TYPU P1 PRZEZNACZONY DO PRACY W SIECIACH WIEJSKICH^{1/}

R.C. Boyd, D.H. Smith, E.K. Eberhart, J.F. Hallenbeck, E.H. Perkins and J.D. Howard, Jr. The type - P1 Carrier system. Comm. and Electronics, nr 24, May 1956, str. 188 + 214. R.C. Boyd, J.D. Howard, Jr, and L. Pedersen. A new carrier system for rural service. The Bell System Techn. Journal, vol XXXVI, nr 2, March 1957, str. 349 + 390.

1. PRZEZNACZENIE

System typu P1 jest przeznaczony do zwielokrotnienia linii abonenckich w sieciach wiejskich i umożliwia wykorzystanie jednej linii abonenckiej podłączonej do centrali automatycznej przez 5 zespołów aparatów stowarzyszonych, zawierających 4 lub 8 aparatów każdy. System moż-

^{1/} Na podstawie oryginału opracował Z. Bolszakow.

liwia realizację 1 kanału naturalnego i 4 kanałów nośnych w pasmie 9 - 99 kHz i podłączenie do urządzenia końcowego abonenckiego danego kanału 4 lub 8 aparatów telefonicznych w systemie towarzyskim, z tym że każda grupa stowarzyszonych aparatów telefonicznych, przynależna do danego kanału, dysponuje jednym numerem miejscowym. Każdy z aparatów telefonicznych ma możliwość wyjścia na miasto i może być wybrany, z tym że rozmowy wychodzące są zaliczane na jeden numer.

System nośny został opracowany tak, aby nie wprowadzać żadnych zmian w istniejących centralach i w istniejącym, stosowanym na liniach abonenckich, systemie aparatów stowarzyszonych.

System może być stosowany na istniejących lub nowo budowanych: napowietrznych liniach o przewodach miedzianych lub stalowych i na kablach typu okręgowego w zasięgu 8 - 40 km. Zasadniczo jest przeznaczony do wielokrotnego wykorzystania istniejących linii napowietrznych.

System jest pomyślany jako jednotorowy, różnokanałowy, rozdzielny z możliwością rozbudowy wiązki kanałów od 1 do 4 w zależności od potrzeb.

Przewidziana jest możliwość równoległej pracy kilku systemów na jednej podbudowie skupowej, przy czym liczba tych systemów jest uzależniona od właściwości linii.

System jest w pełni stranzystoryzowany i opracowany w oparciu o elementy zminiaturyzowane oraz technikę druku schematów.

2. DANE OGÓLNE SYSTEMU

2.1. Rozmieszczenia pasm liniowych

Na ustalenie liczby kanałów, rodzaju modulacji i rozmieszczenia pasm wpłynęły następujące czynniki:

- 1/ zapotrzebowanie na ilość łączy abonenckich w sieci wiejskiej,
- 2/ wymagania na tłumienności przesłuchowe między sąsiednimi torami,
- 3/ uproszczenie modernizacji istniejących linii w celu dostosowania ich do potrzeb systemu,
- 4/ zdecydowane uproszczenie filtrów.

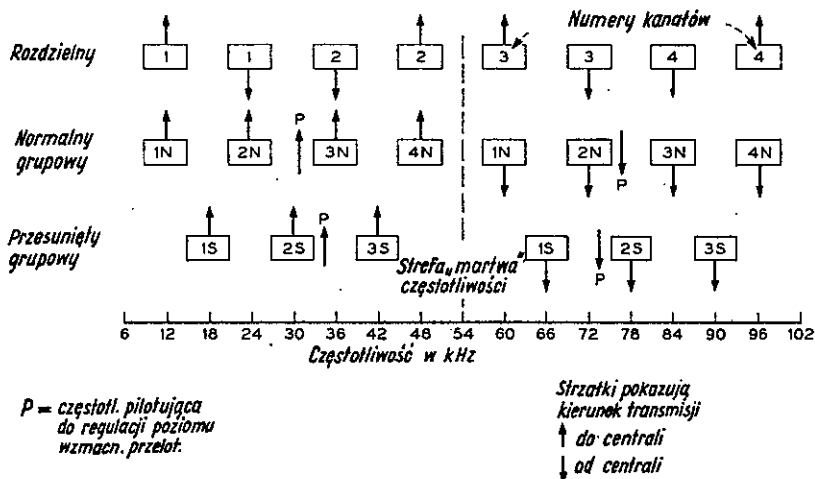
W wyniku tych rozważań ustalono, że system będzie wykonywany jako system rozdzielny, jednotorowy, różnokanałowy oparty na modulacji amplitudy i wysyłaniu w tor fali nośnej i dwóch wstęp bocznych. Odstęp między częstotliwościami nośnymi wynosi 12 kHz, szerokość pasma każdego z kanałów 6 kHz przy wysyłaniu fali nośnej i dwóch wstęp bocznych.

Oddzielne urządzenia końcowe każdego kanału są z jednej strony zgrupowane w pomieszczeniu centralowym, a z drugiej rozmieszczone oddzielnie wzdłuż linii jako odrębne urządzenia abonenckie, montowane zwykle na słupach, co m.in. skłoniło konstruktorów do przyjęcia tylko jednego stopnia przemiany częstotliwości.

Rozmieszczenie pasm liniowych w systemie przewiduje w zasadzie trzy warianty:

- a/ jak w systemie typowo rozdzielnym, gdzie częstotliwości nośne dla obu kierunków transmisji danego kanału są umieszczone obok siebie,
- b/ jak w systemie z grupowym położeniem pasm liniowych dla każdego kierunku transmisji, przy czym odstępy między skrajnymi częstotliwościami sąsiednich kanałów są równe szerokości kanału i wynoszą 6 kHz,
- c/ jak w systemie z grupowym położeniem pasm liniowych, ale przesuniętym względem wariantu b/ tak, że poszczególne kanały zajmują miejsce w lukach między kanałami wariantu b/.

Wszystkie wymienione warianty rozmieszczenia pasm liniowych przedstawia rys. 1. Dla wariantu a/ nie przewi-



Rys. 1. Rozmieszczenie pasm liniowych dla systemu P1

duje się stosowania wzmacniaków przelotowych, przy czym maksymalny zasięg określa tłumienność linii dla częstotliwości 27 kHz.

Warianty b/ i c/ są stosowane dla długich linii abonenckich, gdzie konieczne staje się wprowadzenie wzmacniaków przelotowych do traktu liniowego, przy czym przesunięcie obu pasm liniowych w powyższy sposób umożliwia współpracę obu wariantów systemu na sąsiednich parach przynależnych do jednego poprzecznika, między którymi istnieje mała tłumienność przesłuchu.

2.2. Przyjęte poziomy mocy w systemie i dopuszczalna tłumienność toru

Schemat blokowy współpracy dwóch urządzeń końcowych jednego kanału przedstawia rys. 2. Bardziej szczegółowy schemat blokowy abonenckiego urządzenia końcowego przedstawia rys. 3.

W założeniu system opracowano tak, że w tor jest wysyłana fala nośna i dwie wstęgi boczne, dzięki czemu odległe urządzenie abonenckie może posiadać w gałęzi odbiorczej prosty układ detekcyjny. Poziom mocy częstotliwości nośnej na wyjściu kanałowego wzmacniacza nadawczego został przyjęty jako +6 dBm. Przyjęty poziom wynika z dopuszczalnej ze względu na zniekształcenia mocy użytecznej dostarczonej przez tranzystory, zastosowane w układzie tego wzmacniacza. Tłumienie wprowadzane przez niskonapięciowy układ zabezpieczający, pasmowy filtr nadawczy i transformator liniowy powoduje, że poziom wyjściowy na linii wynosi +4 dBm.

Przy głębokości modulacji $m = 0,5$ poziom mocy każdej ze wstęg bocznych jest o 12 dB niższy od poziomu fali nośnej i wynosi -8 dBm.

Z punktu widzenia wymagań na szumy i przesłuchy przyjęty poziom wyjściowy +4 dBm umożliwia dopuszczenie tłumienności toru wynoszącej 30 dB.

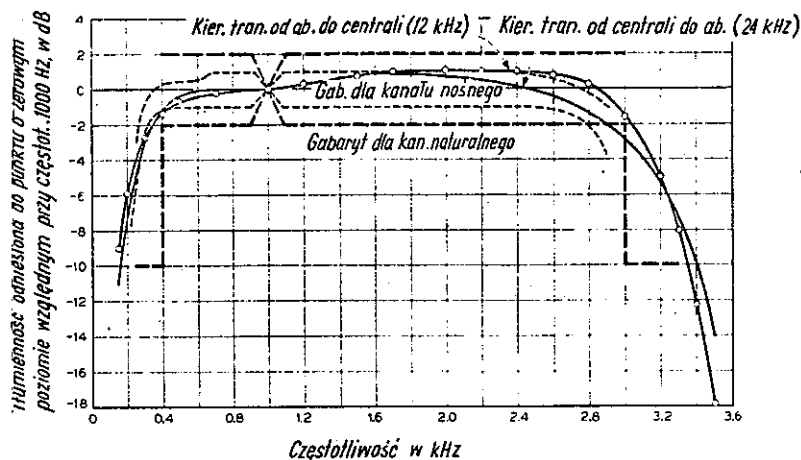
Ze względu na potrzebę stosowania systemu na większe zasięgi wystąpiła konieczność zastosowania wzmacniaków przelotowych.

2.3. Zasadnicze właściwości transmisyjne kanału

Uzyskiwana jakość transmisji w systemie jest porównywalna z osiągalną w systemach przeznaczonych na duże odległości. Przebieg charakterystyk tłumienności wynikowej w funkcji częstotliwości, w zestawie gałęzi nadawczej i odbiorczej dwóch urządzeń końcowych, w odniesieniu do tłumienności wynikowej przy częstotliwości 1000 Hz dla każdego kierunku transmisji podaje rys. 4. Jak widać z rysunku, w pasmie 300 - 3000 Hz tłumienność wynikowa nie różni się od tłumienności wynikowej przy 1000 Hz więcej niż o ± 2 dB.

System odznacza się dużym odstępem poziomu sygnału użytecznego od poziomu szumów, który jest znacznie większy niż w zwykłych łączach naturalnych.

Zastosowanie komparatorów w systemie zwiększa odstęp poziomu sygnału użytecznego od poziomu szumów więcej niż o 20 dB w porównaniu z sytuacją, gdy są one usunięte.



Rys. 4. Charakterystyka częstotliwościowa tłumienności wynikowej kanału nośnego

3. ZASADNICZE WŁASNOŚCI ELEKTRYCZNE ZESPOŁÓW TRANSMISYJNYCH STOSOWANYCH W URZĄDZENIACH KOŃCOWYCH

3.1. Uwaga wstępna.

Zasada transmisji sygnałów rozmównych w części transmisyjnej systemu jest oczywista i nie wymaga szczegółowego omówienia, ponieważ wystarczy w tym celu prześledzić schemat blokowy współpracy urządzeń końcowych systemu, przedstawiony na rys. 2.

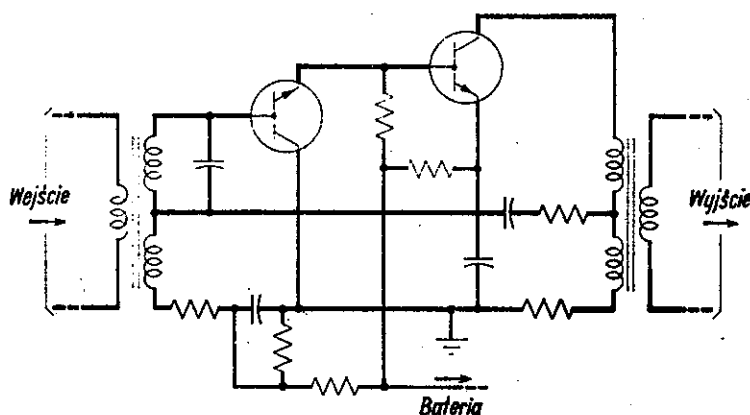
Istotną sprawą jest natomiast omówienie zastosowanych układów w poszczególnych zespołach systemu i ich zasadnicze własności elektryczne, co zostanie przeprowadzone w dalszej części niniejszego opracowania.

3.2. Wzmacniacze bez automatycznej regulacji poziomu wyjściowego

W celu uproszczenia projektowania zastosowano ujednolicony schemat wzmacniacza w następujących zespołach urządzenia końcowego:

- a/ wzmacniacz w układzie kompresora,
- b/ wzmacniacz w układzie ekspandora,
- c/ wzmacniacz kanałowy gałęzi nadawczej,
- d/ człon wejściowy wzmacniacza kanałowego gałęzi odbiorczej.

Schemat tego układu przedstawia rys. 5.

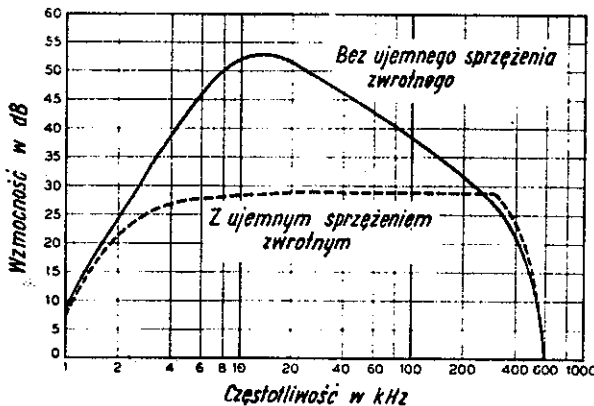


Rys. 5. Schemat tranzystorowego wzmacniacza nadawczego, stosowanego w systemie P1

We wzmacniaczach zastosowano tranzystory warstwowe typu n-p-n firmy Western Electric. Tranzystory typu 4B zastosowano we wzmacniaczach akustycznych, a tranzystory 4C we wzmacniaczach kanałowych.

Pierwszy z tranzystorów dwustopniowego wzmacniacza pracuje w układzie wspólnego kolektora, drugi w układzie wspólnego emitera. W ten sposób możliwe jest wykorzystywanie tego samego typu tranzystora w obu stopniach. Ujemne sprzężenie zwrotne zostało zrealizowane przez sprzężenie środków wtórnych uzwojeń wejściowego i wyjściowego transformatora w podobny sposób, jak realizuje się to w układach lampowych, ponieważ drugi człon wzmacniacza wprowadza przesunięcie fazowe wynoszące 180° . W obwodzie zasilania zastosowano filtr oporowo-pojemnościowy. Wzmacniacz bez sprzężenia zwrotnego wprowadza wzmocnienie wynoszące ok. 50 dB, ze sprzężeniem zwrotnym zaś 30 dB.

Przebieg wzmocnienia w funkcji częstotliwości dla nadawczego wzmacniacza kanałowego podaje rys. 6.

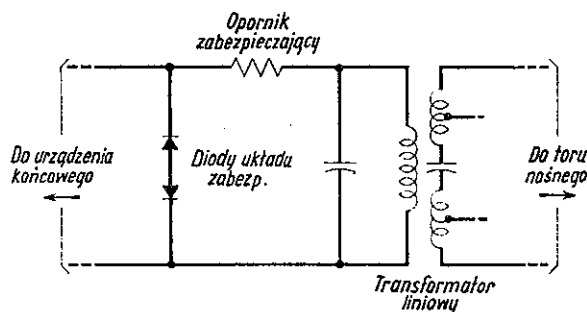


Rys. 6. Częstotliwościowa charakterystyka wzmocności wzmacniacza nadawczego.

3.3. Niskonapięciowy układ zabezpieczający

Na skutek zastosowania tranzystorów wystąpiła potrzeba opracowania układów zabezpieczających przed napięciami udarowymi, jakie mogą pojawić się na linii, poczynając już od napięcia 50 V.

Schemat blokowy takiego układu zabezpieczającego wraz z transformatorem liniowym przedstawia rys. 7. Układ ten jest wykonywany przy zastosowaniu diod o charakterystyce napięcia wstecznego, zbliżonego kształtem do charakterystyki diody Zenera. Układ zabezpieczający działa w



Rys. 7. Schemat niskonapięciowego układu zabezpieczającego od strony toru nośnego w systemie P1

zakresie od 50 do 1000 V, przy czym powyżej napięcia 750 V zaczyna działać układ zabezpieczający od wysokiego napięcia /odgromnik węglowy/ włączony bezpośrednio w linię.

3.4. Kompandor

Kompandory zastosowano w systemie, aby obniżyć koszty drogiej modernizacji linii napowietrznych, wymaganej ze względu na wymagania dotyczące szumów i przesłuchów. Ponadto umożliwiają one obniżenie dopuszczalnych poziomów wejściowych w urządzeniach pracujących na liniach napowietrznych, dzięki czemu wydłużają się odcinki wzmacniakowe przy ograniczonych poziomach wyjściowych wskutek zastosowania tranzystorów.

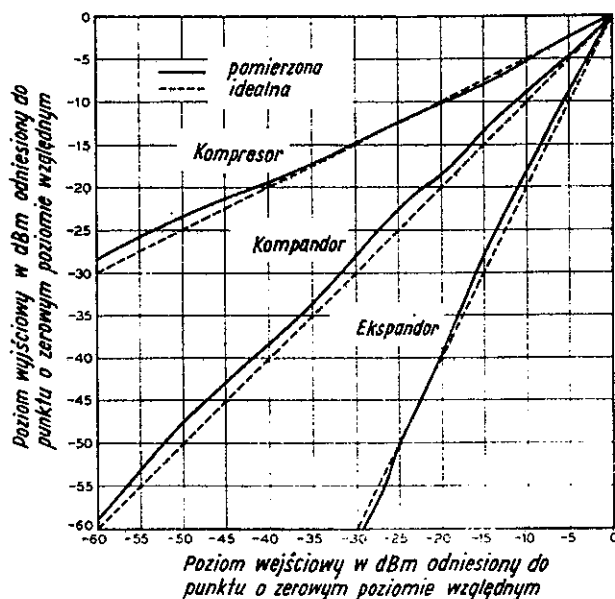
Urządzenie kompandorowe stanowi uproszczoną wersję kompandora sylabowego.

Ekspandor pracuje w układzie z regulacją "w przód", w którym tłumienność tłumika regulacyjnego, zbudowanego z diod krzemowych w układzie szeregowym, jest regulowana za pomocą napięcia wejściowego. Napięcie wejściowe jest wzmacniane, prostowane w układzie podwajacza napięcia i skierowane przeciwnie do stałego napięcia polaryzacji, pochodzącego z baterii zasilającej i regulowanego potencjometrycznie. Za tłumikiem regulacyjnym jest włączony dwustopniowy wzmacniacz tranzystorowy, zapewniający uzyskanie wymaganego poziomu mocy sygnału akustycznego.

Kompresor pracuje w układzie z regulacją "wstecz". Zastosowany w nim wzmacniacz częstotliwości akustycznych jak i wzmacniacz w gałęzi regulacyjnej posiada układ identyczny jak zastosowany w ekspandorze /patrz rys. 4/. Wprowadzenie diod warstwowych krzemowo-aluminiowych do układów tłumików regulacyjnych i układów sterujących umożliwiło współpracę kompresora i ekspandora, pracują-

cych w różnych warunkach temperaturowych na przeciwległych końcach łącza.

Charakterystyki kompresji i ekspansji przedstawia rysunek 8.



Rys. 8. Charakterystyki kompandora

3.5. Kanałowy wzmacniacz odbiorczy z automatyczną regulacją poziomu wyjściowego

Kanałowy wzmacniacz odbiorczy stanowi trzystopniowy wzmacniacz tranzystorowy o regulowanym poziomie wyjściowym. W pierwszym stopniu pracuje tranzystor typu 4C w układzie wspólnego emitera, po którym następuje dwustopniowy człon końcowy zmodyfikowany w porównaniu do opisanego w rozdz. 3.2. Zastosowanie sprzężenia zwrotnego w

dwóch ostatnich członach wynikało tylko z potrzeby uzyskania odpowiedniej impedancji wyjściowej i uniknięcia zniekształceń nieliniowych. W stopniu wejściowym nie występuje problem zniekształceń nieliniowych z powodu niskiego poziomu sygnału przychodzącego, tym bardziej że zastosowano ujemne sprzężenie zwrotne typu równoległego między 1 i 2 tranzystorem.

Regulacja poziomu wyjściowego we wzmacniaczu odbiorczym jest realizowana w układzie regulacji "wstecz". Do tego celu wzmacniacz jest poprzedzony przez tłumik regulacyjny typu równoległego zbudowany z diod krzemowych. Diody te są polaryzowane prądem stałym, przychodzącym z gałęzi sterującej.

Napięcie sygnału sterującego fali nośnej jest pobierane z wyjścia wzmacniacza odbiorczego, wzmacniane przez tranzystorowy wzmacniacz w układzie wspólnego kolektora i prostowane w układzie podwajacza napięcia, po czym napięcie to polaryzuje tłumik regulacyjny, zmieniając jego tłumienność.

Cechowanie zakresu regulacji układu odbywa się za pomocą diody krzemowej o charakterystyce zbliżonej do diody Zenera. Punkt krytyczny regulacji kontrolowany potencjometrycznie jest ustawiony tak, że po przekroczeniu napięcia 6 V poziom wyjściowy wzmacniacza przestaje ulegać zmianom.

Zakres regulacji poziomu wyjściowego wzmacniacza wynosi 15 dB. Przy takich zmianach poziomu fali nośnej na wejściu wzmacniacza uzyskuje się na wyjściu kanału po stronie akustycznej zmiany poziomu w zakresie 1,6 dB.

Tłumik wyrównawczy do regulacji ręcznej zapewnia uzyskanie takiej wielkości poziomu fali nośnej na wejściu wzmacniacza, aby poziom ten wypadł w środku zakresu regulacji.

Poziomy mocy sygnałów powstających jako produkty modulacji, wprowadzane przez diodowy tłumik regulacyjny, znajdują się poniżej poziomów mocy produktów modulacji, wytworzonych przez demodulator.

3.6. Generator fali nośnej

W systemie jest stosowany tylko jeden stopień przemiany częstotliwości z pasma naturalnego do pasma liniowego, przy czym przyjęta zasada wysyłania w tor liniowy fali nośnej i dwóch wstęp bocznych powoduje, że w urządzeniu końcowym danego kanału jest potrzebny 1 generator dołączony do modulatora gałęzi nadawczej urządzenia końcowego.

Generator fali nośnej składa się z dwóch członów: oscylatora i wzmacniacza fali nośnej. Właściwy oscylator jest zbudowany przy zastosowaniu tranzystora typu 4C, pracującego w układzie wspólnego emitera z obwodem rezonansowym, umieszczonym w obwodzie kolektora. Sprzężenie zwrotne jest zrealizowane za pomocą transformatora sprzęgającego obwód rezonansowy kolektora z obwodem bazy tranzystora. Napięcie wyjściowe z obwodu rezonansowego steruje następnym członem, który stanowi jednostopniowy wzmacniacz fali nośnej, wykorzystujący tranzystor typu 4C w układzie wspólnego emitera.

3.7. Przemienniki częstotliwości

Modulator jest zbudowany w układzie pierścieniowym, zrównoważonym w celu eliminacji składowych częstotliwości akustycznych. Ponieważ modulator ten eliminuje również falę nośną, jest ona wprowadzona na wejście wzmacniacza nadawczego dzięki połączeniu środka uzwojenia pierwotnego z jednym z końców uzwojenia wtórnego transformatora przynależnego do modulatora.

Demodulator pracuje w układzie mostkowym.

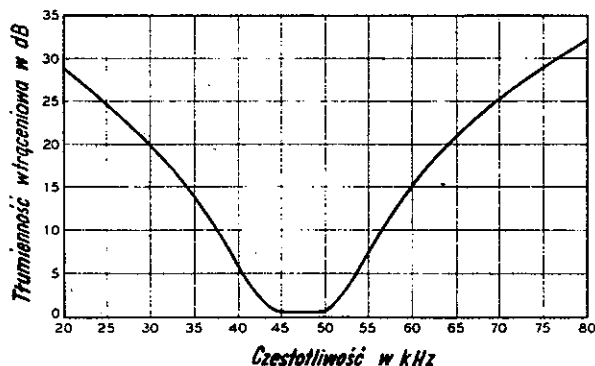
Zarówno w modulatorze, jak i demodulatorze zastosowano diody krzemowe.

3.8. Filtry

Kanałowy filtr pasmowoprzepustowy w gałęzi nadawczej służy tylko do zabezpieczenia kanałów od niepożądanych produktów modulacji pochodzących od harmonicznych fali nośnej i został zastosowany tylko ze względu na jeden stopień przemiany częstotliwości. Zatem wymagania dotyczące charakterystyki tłumienności wtrąceniowej w funkcji częstotliwości dla tego filtru są stosunkowo łagodne.

Kanałowy filtr pasmowoprzepustowy w gałęzi odbiorczej służy do zapewnienia odpowiedniego odstępu od przesłuchu zrozumiałego między dowolnymi kanałami w systemie, zatem wymagania dotyczące tłumienności wtrąceniowej tego filtru są znacznie ostrzejsze niż dla filtru w gałęzi nadawczej. Typowe charakterystyki tłumienności wtrąceniowej

wej w funkcji częstotliwości dla filtrów nadawczego i odbiorczego podają rys. 9 i 10. Ze względu na to, że w konwencjonalnych systemach nośnych filtry stanowią ok. 1/4 kosztów urządzeń końcowych, główny wysiłek skierowa-



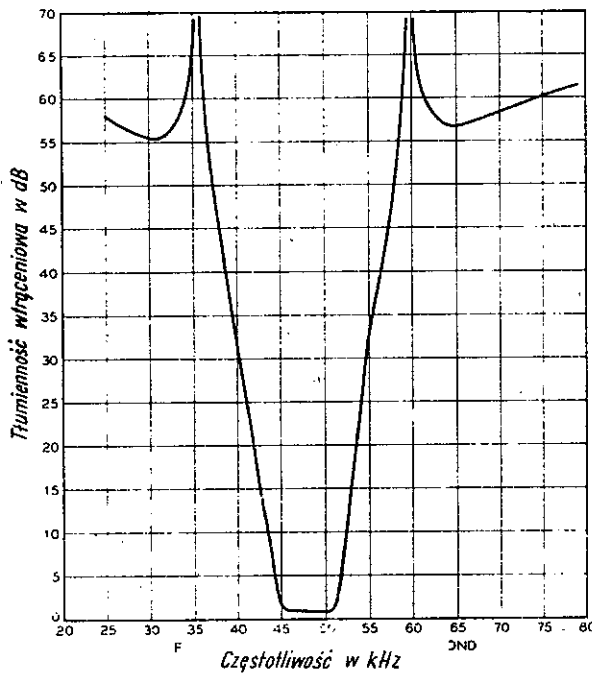
Rys. 9. Częstotliwościowa charakterystyka tłumienności wtrąceniowej filtru nadawczego

no na zaprojektowanie filtrów jak najbardziej oszczędnie. W tym celu zastosowano tanie kondensatory o szerokim zakresie tolerancji pojemności i cewki o regulowanej indukcyjności na rdzeniach ferrytowych, specjalnie opracowane dla systemu P1. Filtry w całości po montażu są strojone w czasie kontroli przy użyciu prostych układów pomiarowych.

Opisane powyżej cewki są dostosowane konstrukcyjnie do zamontowania na płytkach z drukowanym schematem połączeń i zapewniają szeroki zakres regulacji indukcyjności zarówno w zakresie częstotliwości akustycznych, jak i nośnych dzięki bardzo wysokiej dobroci.

Regulacja indukcyjności następuje za pomocą zmiany szczeliny powietrznej w rdzeniu.

Cewki tego typu są stosowane nie tylko w układach filtrów, ale i we wszystkich innych zespołach urządzenia, gdzie konieczna jest regulacja indukcyjności za pomocą takich elementów strojonych.



Rys. 10. Częstotliwościowa charakterystyka tłumienności wtrąceniowej filtra odbiorczego

Większość kondensatorów stosowanych w filtrach stanowią kondensatory o znacznych tolerancjach rozrzutu pojemności. Przy dużych wartościach pojemności, gdzie kondensatory mikowe stają się zbyt kosztowne, są stosowane zmi-

niaturyzowane kondensatory z folii mylarowej, szczególnie odpornej na zmiany wilgotności.

4. WSPÓŁPRACA URZĄDZEŃ KOŃCOWYCH SYSTEMU Z CENTRALĄ AUTOMATYCZNĄ

4.1. Uwagi ogólne

Wymagania na współpracę kanału nośnego z urządzeniami komutacyjnymi centrali automatycznej z jednej strony a zespołem aparatów stowarzyszonych, przynależnych do tego samego łącza z drugiej strony, zostały tak postawione, że wprowadzenie systemu nośnego na linie abonenckie nie powinno spowodować żadnych zmian w istniejących centralach automatycznych ani w systemie aparatów stowarzyszonych, a powinno tylko umożliwić wielokrotne wykorzystanie linii abonenckiej.

Pociąga to za sobą wymaganie, aby sygnał dzwonienia 20 Hz wysyłany przez centralę w kierunku pożądanego abonenta był odtworzony w urządzeniu końcowym abonenckim danego kanału nośnego i przekazywany do tego abonenta.

Na odwrót, urządzenie końcowe abonenckie kanału nośnego powinno być uruchamiane sygnałem podniesienia mikrofonu i umożliwiać odtworzenie w urządzeniu końcowym kanału od strony centrali sygnału zgłoszenia i sygnałów wybierczych, wysyłanych przez abonenta.

W ten sposób urządzenia służące do przekazywania przez kanał nośny sygnałów dla obu kierunków wywołania koniecznych do zestawienia połączenia są zupełnie różne.

Rys. 11. Schemat blokowy systemu sygnalizacji

Schemat blokowy układów służących do przenoszenia sygnałów wywoławczych przez kanał nośny przedstawia rys.11.

4.2. Wywołanie abonenta przez centralę

W opisanym systemie wielokrotnego wykorzystania jednej linii abonenckiej przez układ czterech aparatów telefonicznych stowarzyszonych, wywołanie każdego z nich odbywa się na drodze wysyłania z centrali sygnału dzwonięcia 20 Hz nałożonego na plus lub minus baterii i przyłożonego między żyłę R lub żyłę T linii abonenckiej i ziemię. Polaryzacja każdej z żył dodatnim lub ujemnym potencjałem względem ziemi umożliwia identyfikację abonenta, do którego jest wysyłany sygnał dzwonięcia. Aby każde z kryteriów identyfikacji jak również sygnał dzwonięcia mogły być przesyłane przez kanał nośny i odtworzone w odległym urządzeniu abonenckim, urządzenie końcowe umieszczone przy centrali jest wyposażone w trzy oscylatory, nastrojone na częstotliwości 2500 Hz, 1750 Hz i 1150 Hz, oraz trzy skojarzone z każdym z generatorów układy bramkujące. Układ bramkujący, skojarzony z oscylatorem 1150 Hz zostaje otwarty albo gdy dodatni potencjał pojawia się na żyłę T, albo gdy ujemny pojawia się na żyłę R względem potencjału ziemi. Układ ten jest nazywany "albo-albo".

Drugi układ bramkujący skojarzony z oscylatorem 1750 Hz zostaje otwarty, jeśli na żyłę T pojawia się dodatni lub ujemny potencjał względem ziemi. Układ ten nazwano w skrócie "jeśli".

Trzeci układ bramkujący, skojarzony z generatorem 2500 Hz zostaje otwarty, gdy sygnał dzwonienia 20 Hz zostanie przyłożony między żyłą R lub żyłą T i ziemię. Układ ten został nazwany "gdy". Układ ten powoduje wysłanie sygnału 2500 Hz przerywanego 20 razy na sekundę do odległego końcowego urządzenia abonenckiego.

Informacje o rodzaju sygnału identyfikacyjnego zostają przesłane do odległego końcowego urządzenia abonenckiego za pomocą jednej z kombinacji trzech częstotliwości 2500 Hz, 1150 Hz i 1750 Hz.

Kombinacje sygnałów informacyjnych, służących do identyfikacji jednego z czterech aparatów stowarzyszonych dołączonych do końcowego urządzenia abonenckiego kanału nośnego podaje tablica 1.

T a b l i c a 1

Częstotliwości Hz	Cecha identyfikacji
2500	R +
2500 i 1150	R -
2500 i 1750	T -
2500, 1750 i 1150	T +

Wyjście każdego z oscylatorów /po przejściu przez układ bramkujący/ jest włączone na wejście jednostopniowego wzmacniacza z tranzystorem, pracującym w układzie wspólnego emitera. Wzmacniacz ten jest dołączony bezpośrednio na wejście modulatora, dzięki czemu sygnały identyfikacji i dzwonienia zostają zmodulowane i przesłane w tor liniowy w pasmie częstotliwości kanału.

W odległym końcowym urządzeniu abonenckim sygnały wywołania po demodulacji i po przejściu przez ekspandor są wyławiane za pomocą odpowiednich obwodów strojonych, po czym każdy z nich zostaje wzmacniony przez jednostopniowy wzmacniacz z tranzystorem pracującym w układzie wspólnego emitera, wyprostowany w układzie jednopółkownikowego prostowania za pomocą diody krzemowej i uruchamia przekaznik, włączony na wyjściu prostownika, który stwarza odpowiedni obwód, umożliwiający wysłanie sygnału dzwonięcia do wywoływanego abonenta.

Wszystkie trzy wzmacniacze częstotliwości zewowych są połączone równolegle, przy czym częstotliwość 2500/20 Hz powoduje uruchomienie generatora sygnału dzwonięcia, częstotliwość 1750 Hz określa, po jakiej żyłce linii abonenckiej ma być wysłany sygnał dzwonięcia /R czy T/, wreszcie częstotliwość 1150 Hz ustala rodzaj polaryzacji napięciem stałym danej żyłki toru /dodatnia lub ujemna względem ziemi/.

Dzięki temu wszystkie kryteria identyfikacji każdego z czterech aparatów stowarzyszonych zostają odtworzone i sygnał dzwonięcia zostaje wysłany do wywoływanego abonenta.

Moc potrzebną do przesłania sygnału dzwonięcia 20 Hz wytwarza generator, pracujący na częstotliwości 3000 Hz, którego drugi stopień zawiera tranzystor typu 6A o mocy admisyjnej 2 W. Napięcie o częstotliwości 3000 Hz jest prostowane i zmienia swoją biegunowość 20 razy na sekundę w rytm pracy przekaznika, uruchamianego sygnałem o częstotliwości 2500/20 Hz. Napięcie pulsujące o często-

tliwości 20 Hz zostaje przyłożone do odpowiedniej żyły linii abonenckiej za pośrednictwem odpowiednich układów ustalających rodzaj żyły /R czy T/ i rodzaj polaryzacji tej żyły względem ziemi, sterowanych: przekaźnikami uruchamianymi od częstotliwości 1750 Hz i 1150 Hz /patrz rys. 11/.

Aby uzyskać dostateczną moc z generatora dzwonienia, zastosowano m. in. dwa kondensatory elektrolityczne w układzie podwajacza napięcia.

Prąd pobierany ze źródła napięcia, potrzebny do uruchomienia generatora dzwonienia, wynosi ok. 500 mA, aby więc ograniczyć pobór mocy ze źródła zasilania, generator dzwonienia jest uruchamiany tylko w czasie przesyłania sygnału dzwonienia.

4.3. Przesyłanie sygnałów zgłoszeniowych i wybierczych od abonenta do centrali

Do przesyłania sygnałów zgłoszenia i wybierania od abonenta do centrali jest wykorzystana fala nośna w odległym urządzeniu abonenckim.

Ze względu na oszczędność mocy źródła zasilania jest przyjęta zasada, że fala nośna z odległego urządzenia abonenckiego jest przesyłana do urządzenia końcowego, znajdującego się przy centrali, tylko wtedy, gdy mikrofon abonentów jest podniesiony.

Podniesienie mikrofonu przez abonenta powoduje zadziałanie przekaźnika w zespole służącym do kontroli sygnałów zgłoszenia i wybierania i powoduje włączenie napięcia zasilania fali nośnej i kanałowego wzmacniacza

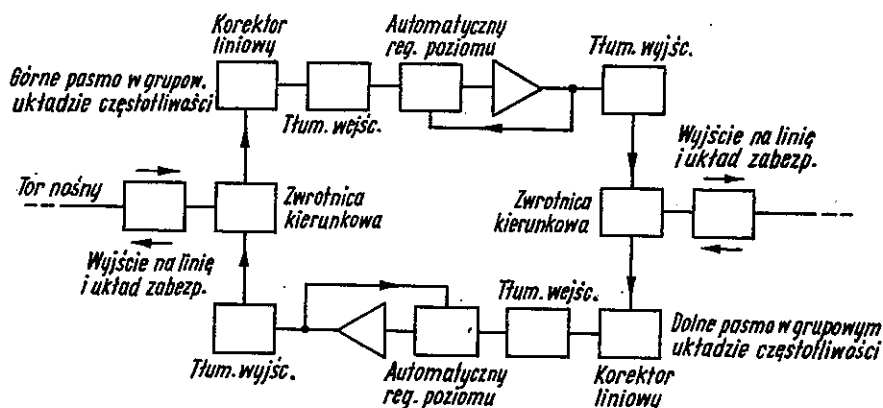
nadawczego oraz usunięcie zwarcia zacisków wejściowych tego wzmacniacza. Fala nośna zostaje w ten sposób przesłana do urządzenia końcowego, umieszczonego przy centrali. W urządzeniu tym zostaje wzmocniona przez kanałowy wzmacniacz odbiorczy, a przed demodulatorem ponownie wzmocniona przez dwustopniowy wzmacniacz tranzystorowy sygnału zgłoszenia. Wzmocnione napięcie fali nośnej jest prostowane i powoduje uruchomienie przekaźnika, zamykającego pętlę dla prądu stałego od strony centrali, co zostaje przyjęte przez organy połączeniowe centrali jako sygnał zgłoszenia. Gdy abonent rozpoczyna wybieranie, tarcza numerowa powoduje zwieranie i rozwieranie linii abonenckiej, a to z kolei powoduje, że odpowiedni przekaźnik w zespole kontroli sygnałów zgłoszenia i wybierania zwierza lub rozwiera swoimi zestykami zaciski wejściowe kanałowego wzmacniacza nadawczego bez przerywania w tym czasie zasilania tego wzmacniacza. Przekaźnik odbiorczy wzmacniacza fali nośnej w urządzeniu końcowym, umieszczonym przy centrali, odtwarza impulsowanie po stronie abonenta i zwierając lub rozwierając pętlę dla prądu stałego od strony centrali uruchamia organy połączeniowe tej centrali.

5. TRAKT LINIOWY

5.1. Wzmacniak przelotowy

Wzmacniaki przelotowe, stosowane w trakcie liniowym systemu, są zbudowane przy zastosowaniu tranzystorów, tym niemniej ich schemat blokowy jest zbliżony do schema-

tu typowego wzmacniaka przelotowego z zastosowaniem lamp elektronowych, jak pokazuje to rys. 12.



Rys. 12. Schemat blokowy wzmacniaka przelotowego

Identyczne zwrotnice kierunkowe zastosowane na obu końcach wzmacniaka rozdzielają obydwie grupy pasm liniowych /każdego z kierunków transmisji/ i są wykonane na zasadzie współpracy filtrów dolno- i górnoprzepustowego.

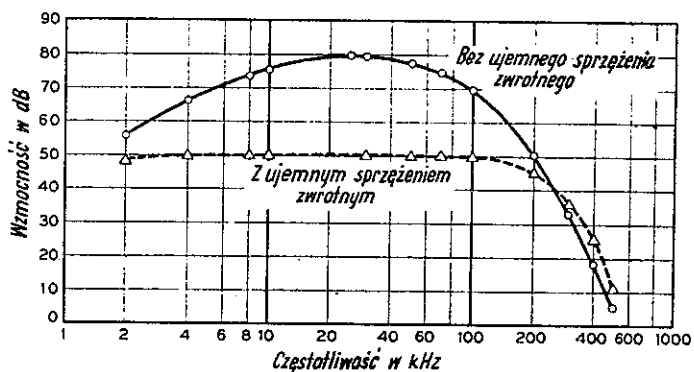
Jeśli stosuje się więcej niż 1 wzmacniak przelotowy w trakcie liniowym, wtedy dla poprawy charakterystyk fazowych zwrotnicy w zakresie częstotliwości odpowiadających strefie przejściowej między filtrami $/51,0 + 57\text{kHz}/$ stosuje się dodatkowe korektory fazowe włączone bezpośrednio od strony linii. Zwrotnice kierunkowe są dołączane do linii przy zastosowaniu tego samego typu transformatora dopasowującego i niskonapięciowego układu zabezpieczającego jak w przypadku dołączania urządzenia końcowego /patrz 3.3./.

Tłumiki wyrównawcze stosowane na wejściu każdego ze wzmacniaczy służą do regulacji ustawienia poziomu wejściowego wzmacniaczy tak, aby poziom mocy przychodzącego sygnału pilotującego wypadł w środku zakresu automatycznej regulacji poziomu tego wzmacniacza. Tłumiki na wyjściu wzmacniaczy umożliwiają ustawienie takiego poziomu mocy na wyjściu wzmacniacza, aby możliwa była prawidłowa współpraca systemu P1 z innymi systemami nośnymi, pracującymi równolegle na tej samej linii napowietrznej. Tłumiki te wnoszą tłumienność regulowaną skokami co 2 dB do wartości 30 dB.

Wzmacniacze dla każdego z kierunków transmisji przenoszą pasmo częstotliwości wymagane dla obu kierunków transmisji systemu /zarówno dolna jak i górna grupa pasm liniowych/. Są one zatem identyczne.

Każdy z nich stanowi 3-stopniowy wzmacniacz z zastosowaniem tranzystorów, pracujących w układzie wspólnego emitera w każdym stopniu. W pierwszym stopniu jest zastosowany tranzystor p-n-p typu 7B, w drugim tranzystor n-p-n typu 4C, w trzecim p-n-p typu 6B produkcji firmy Western Electric Company. W każdym ze stopni jest zastosowane lokalne ujemne sprzężenie zwrotne dla uniknięcia rozrzutu wzmocnienia i zachowania jednolitych zależności fazowych w każdym członie. Ujemne sprzężenie zwrotne obejmujące całość wzmacniacza zostało zrealizowane na drodze sprzężenia wejściowego i wyjściowego transformatora.

Charakterystyki wzmocnienia wzmacniacza w funkcji częstotliwości przedstawia rys. 13.

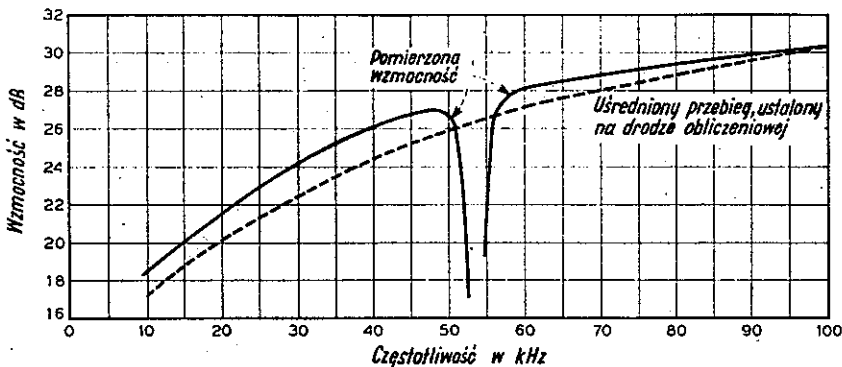


Rys. 13. Częstotliwościowa charakterystyka wzmocności wzmacniacza stosowanego we wzmacniaku przelotowym systemu P1

Z rysunku 13 widać, że bez ujemnego sprzężenia zwrotnego maksymalna wzmocność wzmacniacza w środku pasma wynosi 80 dB, podczas gdy po zastosowaniu ujemnego sprzężenia zwrotnego charakterystyka wzmocności w funkcji częstotliwości przebiega płasko, przy czym wzmocność wynosi wtedy 50 dB. Wprowadzenie ujemnego sprzężenia zwrotnego obejmującego całość wzmacniacza zapewnia niezbędną stabilność pracy przy zmianach temperatury i napięć zasilających oraz obniża zniekształcenia nieliniowe.

Korektor liniowy we wzmacniaku przelotowym jest zaprojektowany kompromisowo, tak aby umożliwić korekcję tłumienności różnych typów torów, stosowanych w sieciach wiejskich. Pokrywa on cały zakres częstotliwości, przenoszonych przez system, zatem korektory liniowe dla każdego z kierunków transmisji we wzmacniaku przelotowym są identyczne.

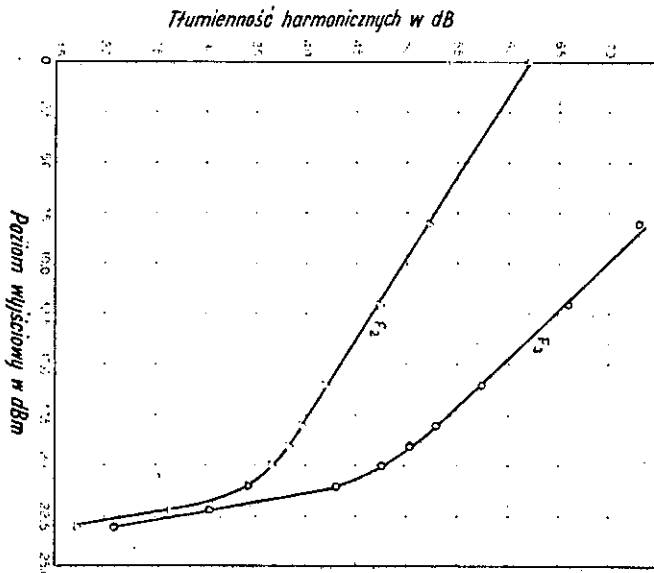
Przebieg wzmocności skutecznej wzmacniaka w funkcji częstotliwości na tle idealnego przebiegu uśrednionej krzywej wzmocności wymaganej od wzmacniaka, który może być zastosowany na różnych typach torów sieci wiejskich podaje rys. 14. Wyraźniejsze odchylenie w kształcie obu przebiegów występuje w otoczeniu skrajnych sąsiednich częstotliwości granicznych pasm liniowych dla każdego kierunku transmisji. Uzyskany przebieg wzmocności w funkcji częstotliwości jest wystarczający do zastosowania 4 wzmacniaków w trakcie liniowym.



Rys. 14. Częstotliwościowa charakterystyka wzmocności wzmacniaka przelotowego systemu P1

Należy podkreślić, że ze względu na różne typy torów, z jakimi ma współpracować system wymagania na przebieg wzmocności, mogą znacznie odbiegać od przedstawionego na rys. 14.

Zależność tłumienności drugiej i trzeciej harmonicznej, wytwarzanych przez wzmacniacz, od poziomu mocy na wyjściu wzmacniacza podaje rys. 15.



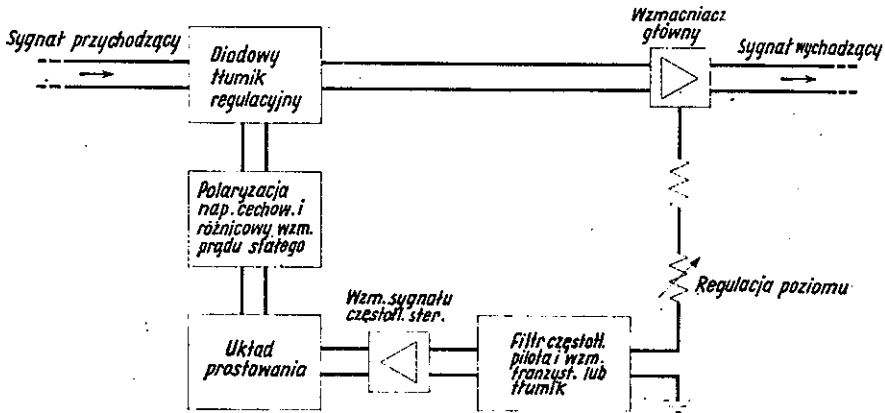
Rys. 15. Tłumienność harmonicznych wzmacniacza przelotowego w funkcji poziomu wyjściowego

Z rysunku 15 widać, że poziom mocy użytkowej wzmacniacza wynosi ok. +21 dB, co zapewnia dostateczny odstęp od nominalnej wartości poziomu mocy na wyjściu wzmacniacza kanałowego.

Potrzeba wprowadzenia automatycznej regulacji poziomu wyjściowego we wzmacniaku przelotowym występuje jedynie wtedy, gdy zmiany tłumienności toru przekraczają zakres automatycznej regulacji poziomu wyjściowego kanałowych wzmacniaczy odbiorczych w urządzeniach końcowych, przy czym okazuje się, że należy ją stosować, gdy licz-

ba wzmacniaków przelotowych w trakcie liniowym wynosi co najmniej 2.

Każdy ze wzmacniaczy dla obu kierunków transmisji jest wyposażony wtedy w układ do automatycznej regulacji poziomu, którego schemat blokowy przedstawia rys. 16. Re-



Rys. 16. Schemat blokowy układu do automatycznej regulacji poziomu we wzmacniaku przelotowym

gulacja poziomu wyjściowego wzmacniacza dla kierunku transmisji od centrali do końcowego urządzenia abonenckiego jest dokonywana za pomocą sumarycznej mocy fal nośnych stale wysyłanych w tor dla tego kierunku transmisji.

Dla przeciwnego kierunku transmisji regulacja poziomu wyjściowego następuje za pomocą odpowiedniej częstotliwości pilotującej, ponieważ fale nośne są wysyłane z urządzeń abonenckich tylko w czasie sygnalizacji i rozmowy, zatem moc pochodząca od tych fal nośnych nie jest stała w czasie.

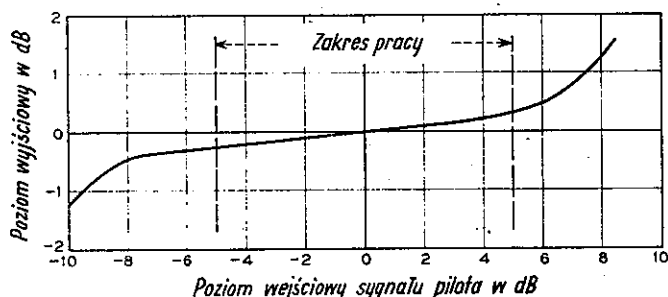
Układ automatycznej regulacji poziomu wyjściowego, jak widać z rys. 16, pracuje w układzie regulacji "wstecz".

Dla kierunku transmisji od centrali do urządzenia abonenckiego sygnał złożony z sumy fal nośnych dla tego kierunku transmisji z wyjścia wzmacniacza głównego zostaje podany poprzez tłumik na tranzystorowy wzmacniacz sygnału sterującego, wyprostowany w układzie podwajacza napięcia i przyłożony do tłumika regulacyjnego, zbudowanego z diod krzemowych w układzie równoległym, który dzięki zmianom tłumienności w funkcji przyłożonego napięcia polaryzacji reguluje poziom wyjściowy wzmacniacza.

Charakterystyka napięciowa układu prostowniczego jest tak dobrana, że tłumik regulacyjny nie reaguje na szybkie zmiany poziomu mocy od obu wstęp bocznych, przy odstępach od poziomu fali nośnej wynoszącym 9 dB. Napięcie cechowania określające zakres regulacji poziomu jest ustalane za pomocą diody krzemowej o charakterystyce zbliżonej do charakterystyki diody Zenera w zakresie ok. 5 V.

Układ automatycznej regulacji poziomu dla kierunku transmisji od urządzenia abonenckiego do centrali działa od odrębnej częstotliwości pilotującej. Ponieważ poziom częstotliwości pilotującej jest o 20 dB niższy od poziomu mocy każdej fali nośnej, w gałęzi sterującej tego układu zamiast tłumika znajduje się filtr kwarcowy nastrojony na częstotliwość pilota, za którym jest włączony dodatkowy jednostopniowy wzmacniacz tranzystorowy. Pozostałe elementy gałęzi sterującej układu są identyczne.

Aby ograniczyć zniekształcenia nieliniowe, wprowadzane przez diodowy tłumik regulacyjny, tłumik ten jest zaprojektowany na niższe impedancje i większe wartości prądu sterującego niż analogiczny tłumik, pracujący w układzie automatycznej regulacji poziomu kanałowego wzmacniacza odbiorczego w urządzeniu końcowym.



Rys. 17. Charakterystyka regulacji poziomu wyjściowego we wzmacniaku przelotowym

Charakterystyka regulacji, przedstawiająca poziom wyjściowy wzmacniacza przelotowego w funkcji przyłożonego poziomu wejściowego częstotliwości pilotującej, jest przedstawiona na rys. 17. Jak widać z rysunku, zmiana poziomu wejściowego częstotliwości pilotującej w granicach 10 dB powoduje zmiany poziomu wyjściowego fali nośnej w granicach 0,5 dB.

5.2. Warunki stosowania wzmacniaków przelotowych

Przy eksploatacji systemu P1, stosowanego w sieciach okręgowych i miejscowych, występują różnego rodzaju li-

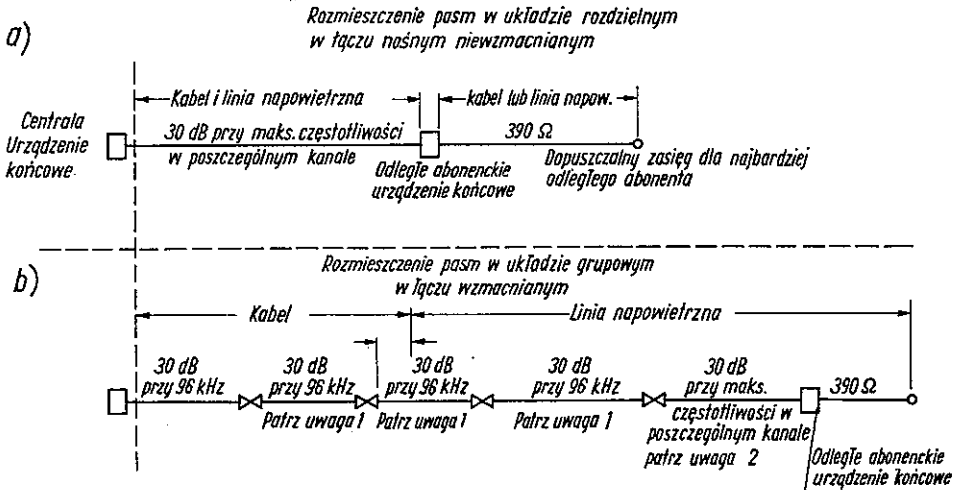
nie, na których powinien ten system pracować. Należą do nich wieloparowe kable typu okręgowego o różnych średnicach żył, linie napowietrzne stalowe, miedziane i bimetaliczne. Występują niekiedy przypadki, że system ma być wykorzystany w długiej relacji, w której kabel okręgowy przechodzi w linię napowietrzną. Z powyższych względów, przy planowaniu wielokrotnego wykorzystania linii przyjęto następujące zasady:

1/ przy zasięgach, przy których nie występuje potrzeba stosowania wzmacniaków przelotowych, stosuje się rozmieszczenie pasm liniowych obu kierunków transmisji poszczególnych kanałów kolejno jedno za drugim w układzie rozdzielnym, przy czym dopuszcza się tłumienność toru 30 dB dla górnej częstotliwości granicznej indywidualnego kanału dla kierunku transmisji od centrali do abonenta,

2/ przy zasięgach, przy których występuje potrzeba stosowania wzmacniaków przelotowych, stosuje się rozmieszczenie pasm w normalnym układzie grupowym dla wariantu stosowania 4 kanałów lub w przesuniętym w stosunku do poprzedniego układzie grupowym dla wariantu stosowania 3 kanałów /ze względu na warunki równoległej pracy na 1 linii napowietrznej/,

3/ maksymalna oporność pętli dla prądu stałego między końcowym urządzeniem abonenckim systemu i aparatem telefonicznym nie powinna przekraczać 390Ω , co wynika z warunków na zasilanie systemu aparatów stowarzyszonych za pomocą źródła zasilania, którym dysponuje urządzenie liniowe.

Dopuszczalne rozkłady tłumienności odcinków torów abonenckich łączy nośnych niewzmacnianych i wzmacnianych podają rys. 18a. i b.



Rys. 18. a/ i b/. Maksymalne tłumienności toru w trakcie liniowym systemu P1

U w a g a 1. Sprawdź maks. tłumienność przy 30 kHz i jeśli jest mniejsza niż 22,5 dB w kierunku od abonenta do centrali, nastaw tłumik wejściowy we wzmacniaku na różnicę tych tłumienności.

U w a g a 2. Sprawdź min. tłumienność przy min. częstotliwości w każdym kanale na odcinku między ostatnim wzmacniakiem przelotowym i urządzeniem końcowym i, jeśli jest ona mniejsza od wzmocności wzmacniaka, nastaw tłumik wyjściowy w urządzeniu końcowym tak, aby uzupełnił tłumienność toru do wartości wzmocności wzmacniaka przelotowego.

Jak widać z rys. 18b, przy 5 odcinkach wzmacniakowych dopuszcza się tłumienność linii wynoszącą 30 dB dla częstotliwości 96 kHz dla każdego odcinka wzmacniakowego, li-

cząc od strony centrali z wyjątkiem odcinka między ostatnim wzmacniakiem przelotowym i końcowym urządzeniem abonenckim, gdzie dopuszcza się 30 dB dla górnej częstotliwości granicznej stosowanej w danym kanale.

Z rysunku 18b widać również, że przy 4 stosowanych wzmacniakach przelotowych, najwyżej 2 mogą być zastosowane na linii napowietrznej, przy czym ostatni wzmacniak, umieszczony w kablu jest oddalony przynajmniej o 1 milę od miejsca wprowadzenia kabla na linię napowietrzną. Ograniczenie liczby wzmacniaków przelotowych na linii napowietrznej wynika z warunków na szumy i przesłuchy.

Liczba wzmacniaków przelotowych w traktie liniowym jest ograniczona ze względu na zaostrzające się wymagania na zwrotnice kierunkowe we wzmacniakach przy stosowaniu większej ich liczby, zatem maksymalna tłumienność linii, jaką mogą skompensować wzmacniaki, wynosi 150 dB przy częstotliwości 96 kHz.

Oprócz tłumienności samego toru należy uwzględnić dodatkową tłumienność wtrąceniową, wprowadzaną przez inne elementy traktu liniowego, jak transformatory dopasowujące linię napowietrzną do kablowej, filtry, zakończenia toru itp., którą ocenia się szacunkowo na 3 dB.

W ten sposób można się spodziewać, że tłumienność wynikowa linii wraz z urządzeniami dodatkowymi może dochodzić do wartości 33 dB.

Należy podkreślić, że na skutek równoległego dołączenia końcowych urządzeń abonenckich do linii wyjściowy poziom mocy uzyskiwany z tych urządzeń jest ok. 3,5 dB niższy niż poziom wyjściowy wynoszący +4 dB w urządze-

niach końcowych umieszczonych przy centrali, zatem minimalny poziom mocy odbierany przez urządzenie liniowe w centrali wynosi $-32,5 \text{ dB} / +0,5 \text{ dB} - 33 \text{ dB}$ /, podczas gdy minimalny poziom mocy, odbierany przez liniowe urządzenie abonenckie wynosi $-29 \text{ dB} / +4 \text{ dB} - 33 \text{ dB}$ /.

5.3. Warunki równoległej współpracy kilku systemów na wspólnej trasie

Wyniki badań przesłuchu w kablach typu okręgowego i wiejskiego dowiodły, że możliwe jest stosowanie 4 kanałów z rozmieszczeniem pasm liniowych w układach stosowanych dla łączy zarówno wzmacnianych, jak i niewzmacnianych oraz stosowanie 3 kanałów z grupowym rozmieszczeniem pasm liniowych w zasadzie na każdej parze.

Jednakże w przypadku linii napowietrznych rozmieszczenie pasm i liczba kanałów są bardzo zależne od zastosowanego systemu przepleceń.

Dla typowego systemu przepleceń tabl. 2 podaje osiągalne liczby kanałów przy stosowaniu różnych wariantów rozmieszczenia pasm liniowych kanałów przy równoległej pracy kilku systemów na torach, przynależnych do jednej linii skupowej z zastosowaniem 1 lub 2 poprzeczników.

Numeracja izolatorów rozpoczyna się od skrajnego izolatora na górnym poprzeczniku.

Na jednej linii mogą współpracować systemy albo z kolejnym rozmieszczeniem pasm liniowych kanałów /przy pracy bez wzmacniaków przelotowych/, albo z grupowym w wariancie N lub S, podczas gdy niedopuszczalne jest zasto-

T a b l i c a 2

Nr izolatora	Rozmieszczenie pasm liniowych	
	rozdzielne	grupowe
1 - 2	4	4 N
3 - 4	1	3 S
5 - 6	0	0
7 - 8	4	4 N
9 - 10	2	3 S
Liczba kanałów przy zastosowaniu 11 1 poprzeczniaka		14
11 - 12	1	0
13 - 14	2	0
15 - 16	0	0
17 - 18	4	4 N
19 - 20	4	0
Liczba kanałów przy zastosowaniu 22 2 poprzeczników		18

N - normalne rozmieszczenie pasm liniowych w układzie grupowym dla systemu P1.

S - przesunięte w stosunku do wariantu N rozmieszczenie pasm liniowych dla systemu P1.

sowanie na raz systemów z obu rodzajami rozmieszczenia pasma /rozdzielnym i grupowym/. Jak widać z tablicy 1, przy wykorzystaniu jednego poprzeczniaka przy rozmieszczeniu pasm liniowych kanałów w układzie rozdzielnym uzyska-

je się maksymalnie 11 kanałów nośnych, podczas gdy przy wykorzystaniu 2' poprzeczników - 22 takich kanałów. Przy pracy z rozmieszczeniem pasm liniowych w układzie grupowym dla normalnego rozmieszczenia pasm /variant N/ uzyskuje się 8 kanałów na 1 poprzeczniku lub 12 na 2 poprzecznikach.

Wykorzystując obydwie warianty rozmieszczenia pasm liniowych w układzie grupowym uzyskuje się 14 kanałów nośnych na 1 poprzeczniku lub 18 kanałów nośnych na dwóch poprzecznikach.

Należy podkreślić, że przy rozmieszczeniu pasm liniowych w układzie grupowym uzyskuje się o 4 kanały mniej niż w przypadku stosowania systemu z rozmieszczeniem pasm liniowych powyższych kanałów w układzie rozdzielnym.

6. ZASILANIE

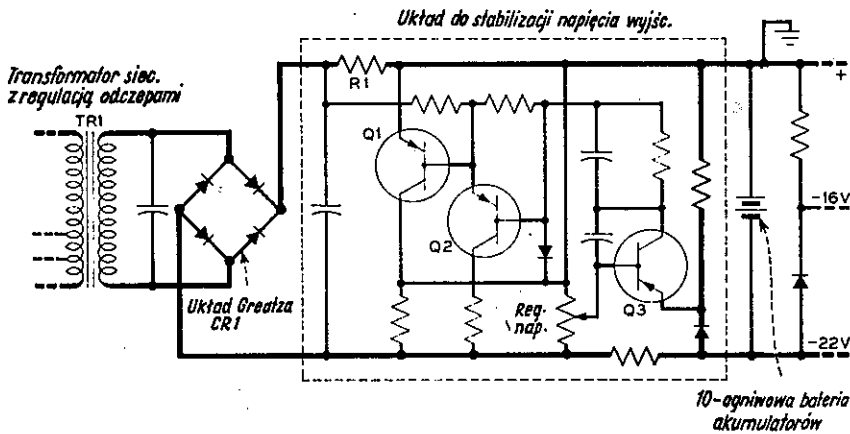
W systemie P1 przyjęto zasadę lokalnego zasilania zarówno odległych od centrali urządzeń końcowych abonenckich, jak również wzmacniaków przelotowych.

Urządzenia końcowe umieszczone w centrali są zasilane prądem stałym o napięciu 22 V z baterii stacyjnej. Pobór prądu wynosi dla tych urządzeń ok. 75 mA.

Średni pobór prądu urządzeń końcowych abonenckich wynosi ok. 50 mA przy napięciu 22 V prądu stałego, przy czym wartość poboru prądu zmienia się w granicach od 30 mA /kanał w stanie spoczynku/ do ok. 500 mA przy wysyłaniu sygnału dzwonienia. Wzmacniaki przelotowe pobierają około 150 mA przy napięciu 22 V prądu stałego. Rów-

nież w każdym urządzeniu pobiera się nieznaczny prąd /rzędu kilku mA/ przy napięciu 16 V dla celów polaryzacji.

Powyższe wymagania skłoniły konstruktorów do opracowania zasilacza sieciowego, pracującego buforowo z baterią prądu stałego, o niewielkiej pojemności, która uzupełnia prąd dostarczony przez zasilacz w momentach wysyłania sygnału dzwonienia przez końcowe urządzenie abonenckie.



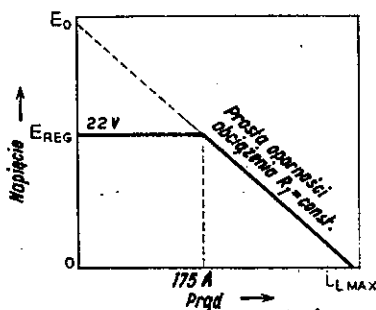
Rys. 19. Schemat blokowy zasilacza

Wymagania dotyczące zasilacza są następujące.

Napięcie wyjściowe 22 V prądu stałego może zmieniać się w granicach $\pm 1\%$ przy zmianach napięcia sieci w granicach $\pm 5\%$ oraz przy zmianach obciążenia w granicach 30 - 175 mA. Wymaganie to dotyczy zakresu zmian temperaturowych $-40^{\circ} + +60^{\circ}\text{C}$.

Schemat zasilacza podaje rys. 19. Jak widać ze sche-

matu, zasilacz składa się z konwencjonalnego układu Graetza, 3-stopniowego wzmacniacza prądu stałego na tranzystorach wykorzystanego do stabilizacji napięcia i 10-ogniowej baterii akumulatorów o małej pojemności. Układ stabilizacji napięcia działa na zasadzie sterowania opornością wejściową tranzystora Q_1 za pomocą regulacji wstecz od napięcia w obwodzie baza - emiter tranzystora Q_3 , zmieniającego się zgodnie z kierunkiem zmiany napięcia na oporności obciążenia zasilacza. Charakterystyka obciążenia zasilacza jest przedstawiona na rys. 20. Ba-



Rys. 20. Charakterystyka obciążenia zasilacza.

teria akumulatorów, pracująca równolegle z zasilaczem, waży ok. 4 kg i posiada pojemność wystarczającą do zasilania urządzeń końcowych przez 4 dni lub wzmacniaków przelotowych przez 2 dni.

Rola baterii polega na utrzymaniu ciągłości napięcia zasilania w czasie zaniku napięcia sieci i uzupełnieniu prądu, dostarczanego przez zasilacz w czasie wysyłania sygnału dzwonienia. Ponieważ czasy, w których pracuje

generator dzwonienia są krótkie, bateria nie ulega szybko rozładowaniu pod wpływem tych krótkotrwałych obciążeń.

Bateria akumulatorów składa się z 10 ogniw i napięcie jej po naładowaniu wynosi ok. 23,5 V. Jako elektrolit jest zastosowany kwas siarkowy o ciężarze właściwym 1,300, tj. ok. 7% większym niż dla konwencjonalnych baterii, co zabezpiecza przy pełnym wyładowaniu od zamarznięcia w niskich temperaturach. W przypadku braku napięcia sieci dla systemu P1 przewiduje się również zasilanie w układzie typowo bateryjnym. Do tego celu jest przewidywana bateria akumulatorów zasadowych /nieprzeładowywalnych/, która wystarcza do zapewnienia ciągłości zasilania urządzeń końcowych abonenckich w ciągu ok. 2 lat i wzmacniaków przelotowych w ciągu ok. 1 roku. Jako elektrolit jest stosowany tlenek miedziowy. Bateria akumulatorów tego typu składa się z 16 ogniw o łącznym ciężarze ok. 140 kg.

7. ROZWIĄZANIE KONSTRUKCYJNE

Lokalizacja urządzeń końcowych bądź w centrali, bądź bezpośrednio na linii wymaga od rozwiązania konstrukcyjnego dostosowania systemu do różnych warunków pracy. Mimo że zastosowanie tranzystorów i dostępnych zminiaturyzowanych elementów pozwoliłoby na znaczne zmniejszenie wymiarów urządzeń, główny nacisk przy rozwiązaniu konstrukcyjnym położono na uzyskanie minimalnego kosztu wytwarzania, łatwego sposobu instalowania i uruchamiania i jak najdalej posuniętego uproszczenia konserwacji urządzeń.

Automatyzacja procesów wytwarzania poszczególnych zespołów wpłynęła również w istotny sposób na ostateczne rozwiązanie.

Urządzenia końcowe są wykonane w postaci konstrukcji szafowych, przy czym każdy z zespołów stanowi łatwo wymienną całość, łączoną z całością okablowania szafy za pomocą łączówek nożowych. Same zespoły są montowane na nieosłoniętych płytkach, przy czym połączenia między elementami w zespole są wykonane jako drukowane.

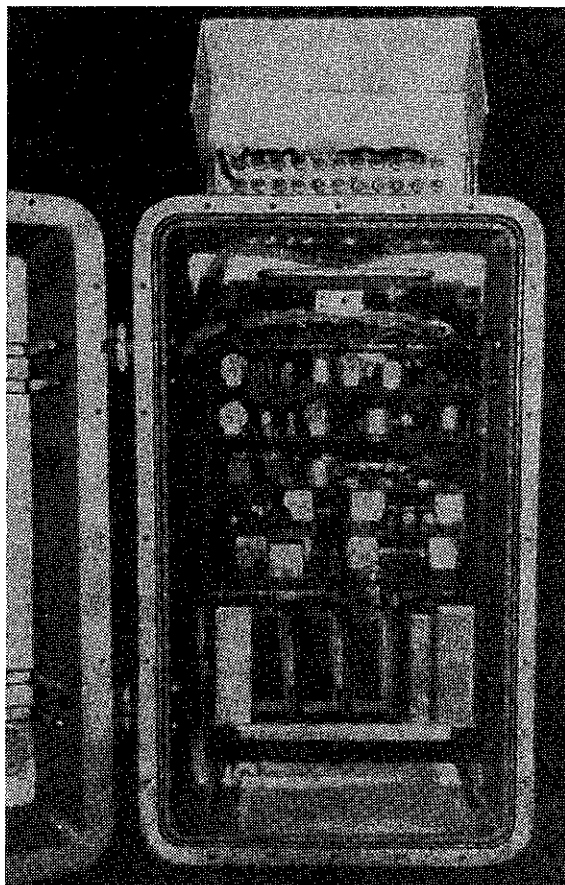
Aby zabezpieczyć się przed wpływem wilgoci, urządzenia przeznaczone do umocowania na słupach mają hermetyczną obudowę, przy czym powierzchnia styku pokryw z szafą jest uszczelniona za pomocą podkładki kauczukowej. Obudowa szafy jest wykonana z aluminium; zewnętrzne ścianki polakierowane są na biało, aby zredukować do minimum absorpcję ciepła.

System jest przeznaczony do pracy w granicach zmian temperaturowych $-40^{\circ} + +60^{\circ}\text{C}$, zatem w przypadkach, gdzie można spodziewać się pracy urządzenia przez dłuższy okres czasu przy wyższych temperaturach stosuje się osłony przeciwsłoneczne.

W pomieszczeniach centralowych stosowanie hermetycznej obudowy urządzeń jest zbyteczne, zatem urządzenia są bezpośrednio umieszczane na typowych stojakach przekątnikowych, na których można umieścić 10 urządzeń końcowych.

W pomieszczeniach, gdzie brak tych stojaków, urządzenia końcowe systemu mogą być również przytwierdzone do ścian.

Wyposażone w całości i przygotowane do zamontowania na słupie końcowe urządzenie abonenckie przedstawia rysunek 21.



Rys. 21. Widok końcowego urządzenia abonenckiego po otwarciu pokrywy, przygotowanego do montażu na słupie.

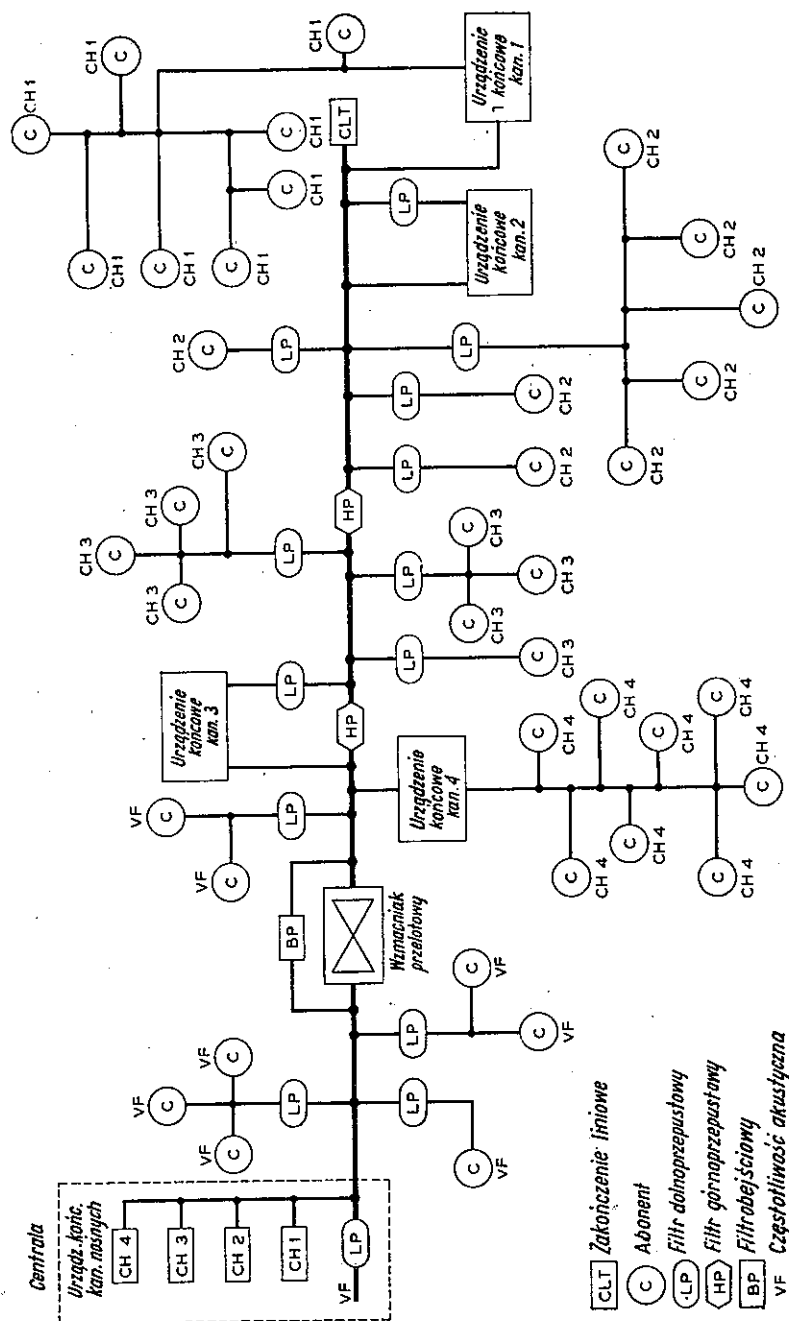
8. PLANOWANIE STOSOWANIA SYSTEMU

Aby zabezpieczyć prawidłowe wykorzystanie systemu do zwielokrotnienia danej linii abonenckiej, należy dysponować następującymi zasadniczymi odrębnymi członami, koniecznymi do zastosowania na linii:

- 1/ centralowe urządzenia końcowe poszczególnych kanałów,
- 2/ abonenckie urządzenia końcowe poszczególnych kanałów,
- 3/ wzmacniaki przelotowe,
- 4/ zasilacze na prąd stały lub zmienny abonenckich urządzeń końcowych i wzmacniaków przelotowych,
- 5/ zakończenia liniowe i filtry.

Typowy przykład zastosowania systemu na linii abonenckiej, do której dołączone są grupy po 8 stowarzyszonych aparatów telefonicznych z półselektywnym wybieraniem abonentów podaje rys. 22.

Dolnoprzepustowe filtry są umieszczone między torem nośnym i parą przewodów, zakończoną aparatem telefonicznym, aby umożliwić wykorzystanie toru nośnego również w zakresie częstotliwości akustycznych. Filtry górnoprzepustowe są stosowane do zabezpieczenia ciągłości transmisji częstotliwości nośnych, a zarazem w celu podziału toru nośnego na odrębne izolowane od siebie odcinki przeznaczone również do wykorzystywania w zakresie częstotliwości akustycznych.



Rys. 22. Schemat typowego zastosowania systemu P1

Zakończenia liniowe, jak wskazuje nazwa, są dołączane na końcu toru liniowego i stanowią układy zamykające tor na impedancję zbliżoną do impedancji falowej toru w całym zakresie przenoszonych częstotliwości i służą do zabezpieczenia od odbić przy wysyłaniu w tor sygnałów przez odległe urządzenia abonenckie, rozmieszczone wzdłuż linii, w kierunku urządzeń centralowych.

Niezależnie od w/w zasadniczych elementów systemu może okazać się konieczne stosowanie dodatkowych urządzeń transmisyjnych, jak autotransformatory dopasowujące lub filtry liniowe.

Autotransformatory służą do dopasowania oporowego linii napowietrznej do kabla w miejscu ich styku i ograniczają wzrost przesłuchu, jaki mógłby nastąpić na skutek zwiększonych odbić. Filtry liniowe są stosowane, aby zapewnić współpracę sąsiednich torów nośnych i naturalnych w kablu, szczególnie gdy linia kablowa jest tak długa, że wymaga pupinizacji w celu zapewnienia odpowiedniej tłumienności torów naturalnych.

Para filtrów liniowych jest również wykorzystywana w celu obejścia wzmacniaków przelotowych systemu nośnego i zapewnienia ciągłości transmisji w kanale naturalnym.

Na rysunku 22 są pokazane dwa rodzaje dołączenia aparatów telefonicznych do końcowego urządzenia abonenckiego. Jak widać ze schematu, od abonenckich urządzeń końcowych kanałów 1 i 4 do poszczególnych aparatów telefonicznych są prowadzone odrębne przewody, bez wykorzystania w tym celu toru nośnego. Dzięki zastosowaniu filtrów dolnoprzepustowych połączenie między poszczególnymi apa-

ratami telefonicznymi i urządzeniami końcowymi kanałów 2 i 3 jest realizowane przy wykorzystaniu odpowiedniego odcinka toru nośnego. Powoduje to oszczędność przewodów ale wprowadza dodatkowe filtry, zatem wybór każdej z wymienionych metod zależy od opłacalności rozwiązania w oparciu o lokalne warunki.

Racjonalne wykorzystanie istniejących linii abonentkich za pomocą opisanego systemu P1 umożliwia 5-krotne zwiększenie liczby abonentów dołączonych do danej centrali, co jest szczególnie istotne w rozległych sieciach wiejskich przy stałym wzroście liczby abonentów.

WYKAZ LITERATURY

1. Lester Hochgraf, R.G. Watling: Telephone lines for rural subscriber service, AIEE Transactions, vol. 74, cz. I, May 1955, s. 171 * 176.
2. L.B. Bogan, K.D. Young: Simplified transmission engineering in exchange cable plant design, AIEE. Comm. and Electronics, Nov. 1954, nr 15, s. 498.

TELEFONICZNY SYSTEM WIELOKROTNY TYPU 81-A
 PRZEZNACZONY DO PRACY W SIECIACH
 MIEJSKICH I OKRĘGOWYCH^{1/}

E. Ferguson, M.C. Harp, E.A. Gilmore, C.G. Griffith, E.F. Tuck, D.K. Melvin, L.R. Cool, R.G. Walker. The 81-A Exchange Trunk Carrier System. Comm. and Electronics, nr 58, January 1962, str. 601+623.

1. WSTĘP

W latach powojennych wraz z burzliwym rozwojem sieci telefonicznych wystąpiło duże zapotrzebowanie na wielokrotne systemy, których stosowanie byłoby opłacalne nawet dla niewielkich odległości. Opracowany przez Lenkurt Electric Company telefoniczny system wielokrotny typu 81A jest jednym z najbardziej ekonomicznych rozwiązań tego rodzaju. System ten został zaprojektowany do pracy w kablowych torach międzycentralowych w sieciach okręgowych i miejskich, przy czym zakres opłacalności stosowania tego systemu rozpoczyna się już od 2 mil /3,2 km/.

Zostało to osiągnięte dzięki opracowaniu nowych rozwiązań technologicznych, automatyzacji produkcji i dzięki znacznemu uproszczeniu rozwiązań schematowych.

Dzięki starannemu doborowi podzespołów i całkowitej

^{1/} Na podstawie oryginału opracował W. Barjasz.

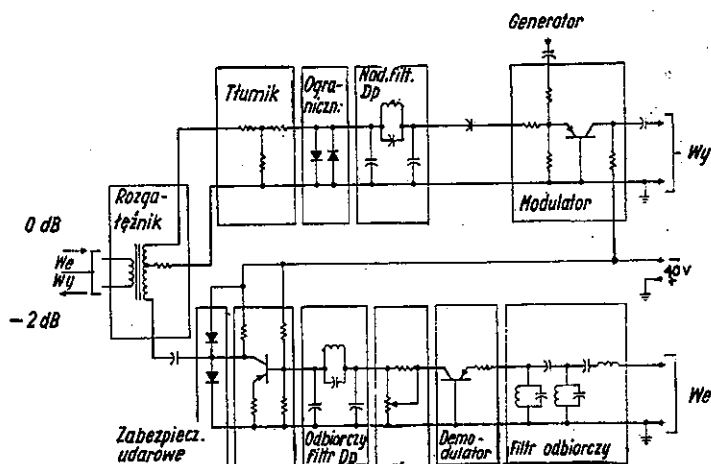
tranzystoryzacji urządzeń uzyskano wysoki stopień niezawodności i mały pobór mocy, co wpływa w istotny sposób na obniżenie kosztów obsługi i utrzymania sprzętu.

2. ZASADNICZE WŁASNOŚCI ELEKTRYCZNE SYSTEMU TYPU 81A

System pozwala uzyskać 24 kanały nośne rozmieszczone w zakresie 24,5 kHz - 346,5 kHz, lub 31,5 kHz - 353,5 kHz, w zależności od kierunku transmisji. Częstotliwości nośne rozstawione są co 14 kHz. Każdy kanał zajmuje pasmo $F_n \pm 3,5$ kHz, tak więc odległość między skrajnymi częstotliwościami sąsiednich kanałów wynosi 7 kHz. Tego rodzaju rozwiązanie pozwala na znaczne uproszczenie filtrów. Początkowo były prowadzone próby zastosowania częstotliwości nośnych będących nieparzystymi harmonicznymi 4 kHz; wymagałoby to jednak znacznego rozszerzenia pasma liniowego i w związku z tym przekroczenia dla najwyższych częstotliwości dopuszczalnych tłumienności przesłuchowych.

Pasma liniowe dla obu kierunków transmisji są przesunięte względem siebie o 7 kHz, tak że częstotliwości kanałów jednego kierunku wypadają w przerwach międzykanałowych drugiego kierunku. Pozwala to na znaczne złagodzenie wymagań na tłumienności przesłuchowe.

Przy projektowaniu systemu 81A dążono do maksymalnego uproszczenia urządzeń kanałowych, ponieważ udział ich w kosztach całości jest bardzo duży. Na rys. 1 pokazano uproszczony schemat urządzenia kanałowego. Sygnał po przejściu przez niesymetryczny transformator rozwidla-



Rys. 1. Uproszczony schemat urządzenia kanałowego

jący i tłumik dopasowujący, trafia na prosty ogranicznik amplitudy. Konieczność stosowania ogranicznika została podyktowana obawą przed przesterowaniem modulatora przez szczególnie głośno mówiących abonentów /głębokość modulacji większa niżeli 100% powoduje silne zniekształcenia nielinearne/.

Przed modulatorem znajduje się jednoogniowy filtr dolnoprzepustowy ograniczający pasmo do 3,2 kHz. Jako modulator zastosowano tu tranzystor w układzie wspólnej bazy. Modulator w takim układzie jest mało wrażliwy na rozrzut parametrów tranzystorów, nie wymaga więc wstępnej selekcji. Z modulatora otrzymuje się falę nośną i obie wstęgi boczne oraz pewną ilość szkodliwych produktów modulacji, prawie wyłącznie w postaciach harmonicznych częstotliwości nośnej. Po pierwszej modulacji tworzy się podstawową grupę 12 kanałów, zajmującą pa-

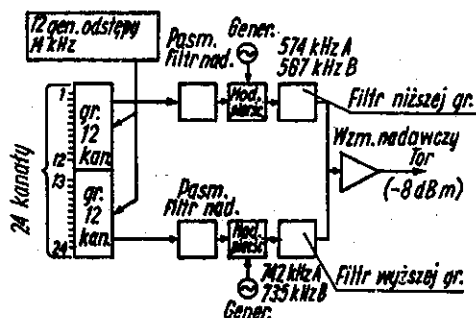
smo 385 - 546 kHz. Ponieważ szerokość tego pasma nie przekracza jednej oktawy, wspomniane więc niepożądane produkty modulacji wypadają poza pasmem. Dzięki temu odpada konieczność stosowania filtrów nadawczych w urządzeniach kanałowych. Modulator w układzie wspólnej bazy posiada oporność wyjściową rzędu kilku megaomów, co praktycznie biorąc wyklucza wzajemne oddziaływanie kanałów i pozwala na bezpośrednie, równoległe połączenie wyjść 12 kanałów.

Dwie identyczne grupy 12-kanałowe, utworzone w opisanym powyżej sposób, są przesuwane do właściwego położenia za pomocą przemiennika grupowego, rozwiązanego w sposób konwencjonalny. Schemat blokowy przemienników grupowych jest pokazany na rys. 2.

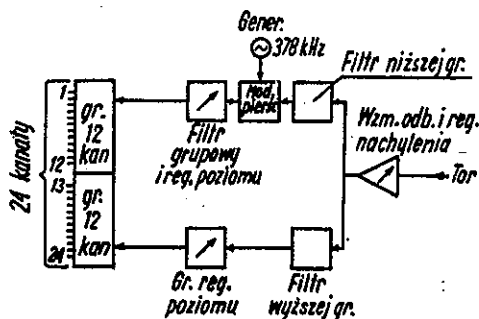
Przed modulacją grupową są odfiltrowywane częstotliwości niepożądane pochodzące z pierwszej modulacji. Po modulacji w modulatorze pierścieniowym wykawiana jest dolna boczna wstęga bez fali nośnej. Oba generatory stosowane w przemianie grupowej są stabilizowane za pomocą kwarców.

Demodulacja grupowa odbywa się w podobnym układzie. Zastosowano tu pewne uproszczenie, a mianowicie wyższa z dwóch grup 12-kanałowych po wydzieleniu za pomocą zwrotnicy liniowej trafia bezpośrednio do demodulatorów kanałowych. Grupa niższych częstotliwości jest przesuwana w przemienniku grupowym do identycznego położenia jak grupa częstotliwości wyższych i następnie jest demodulowana w urządzeniach kanałowych. Kanałowe urządzenie odbiorcze składa się z dwuogniowego filtra o charaktery-

a)

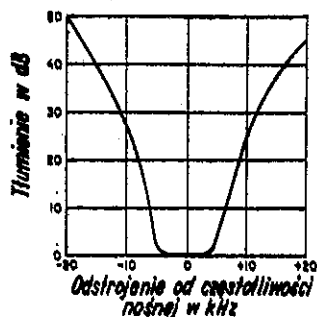


b)



Pys. 2. a/ Blokowy schemat modulatora grupowego, b/ Blokowy schemat demodulatora grupowego

stycie jak na rys. 3, prostego demodulatora w układzie wspólnej bazy, jednoogniowego filtra dolnoprzepustowego /FDp/ oraz wzmacniacza małej częstotliwości. Filtr Dp usuwa niepożądane produkty demodulacji oraz zapobiega ewentualnym gwizdom interferencyjnym, jakie mogłyby się pojawić na skutek przesłuchu z przeciwnego kierunku transmisji.



Rys. 3. Charakterystyka kanałowego filtra odbiorczego

Wzmacniacze odbiorcze są wyposażone w automatyczną regulację poziomu oraz automatyczną korekcję nachylenia. Pozwala to na kompensację zmian charakterystyki tłumienności toru kablowego w zależności od temperatury. Zniekształcenia te są kompensowane w połowie za pomocą wspólnego wzmacniacza odbiorczego, a w połowie za pomocą grupowych wzmacniaczy odbiorczych.

Do automatycznej regulacji nachylenia wykorzystywane są częstotliwości pilotujące, które wynoszą odpowiednio: 381,5 kHz dla jednego kierunku transmisji i 388,5 kHz dla drugiego kierunku. Częstotliwości pilotujące służą oprócz tego do przesyłania sygnałów wybierania i zewu za pomocą oryginalnego systemu kodowo-czasowego, wspólnego dla wszystkich kanałów.

Zanik częstotliwości pilotującej powoduje alarm główny - również jednoczesny zanik fal nośnych wszystkich kanałów wywołuje alarm główny. Sygnalizowane jest także uszkodzenie każdej z grupy 12 kanałów, przy czym każda z nich może pracować niezależnie od stanu drugiej.

3. WZMACNIAKI, AUTOMATYCZNA KOREKCJA

I REGULACJA POZIOMU

W opisywanym systemie przeciętna tłumienność odcinka wzmacniakowego dla 400 kHz wynosi 20 dB. Przewiduje się, że w najbardziej typowych rozwiązaniach, przy pracy na kablu o żyłach kal. 22, /tj. 0,6 mm/ wzmacniaki będą umieszczane w odległości 6000 stóp /1,83 km/ w skrzyżniach pupinizacyjnych. Konstrukcyjnie wzmacniak jest tak

zaprojektowany, że mieści się w gabarycie cewki pupinizowanej i w przypadku instalowania większej ilości systemów 81A, można etapowo, w zależności od potrzeby, depupinizować dalsze pary i w miejsce cewek umieszczać wzmacniaki.

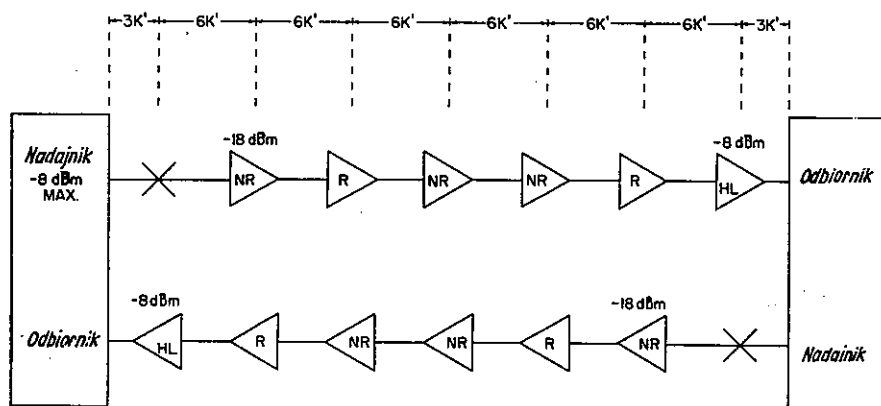
W trakcie liniowym jednego kierunku transmisji może być zastosowane maksymalnie 12 wzmacniaków. Wszystkie wzmacniaki są zasilane zdalnie, wyłącznie ze stacji końcowych. Wzmacniaki przelotowe są zasilane szeregowo, przy czym energia jest przesyłana torem pochodnym utworzonym z pary transmisyjnej danego kierunku i dodatkowej pary akustycznej lub ziemi. Ze względów bhp napięcie potrzebne do zasilania całego łańcucha jest podzielone na połowę - dodatnia połowa jest przesyłana ze stacji nadawczej, a ujemna połowa ze stacji odbiorczej. Maksymalne napięcie w stosunku do ziemi wysyłane w tor nie przekracza 156 V.

Natężenie prądu zasilającego jest regulowane w pewnych granicach w zależności od ogólnej mocy wszystkich fal nośnych odbieranych na stacji końcowej. Pozwala to na zdalną automatyczną regulację wzmocności wzmacniaków regulowanych.

W systemie 81A są stosowane trzy rodzaje wzmacniaków: regulowane R, nieregulowane NR i z podwyższonym poziomem WP. Wzmacniaki nieregulowane zapewniają wzmocność 24 dB /przy 400 kHz/. Charakterystyka wzmocności jest kontrolowana za pomocą nastawnego korektora. Ze względu na stosunkowo niewielkie zmiany tłumienności występujące w odcinku wzmacniakowym wzmacniaki nieregulowane są

stosowane najpowszechniej. Wzmacniak regulowany ma podobną charakterystykę jak NR, z tym, że zapewnia płaską regulację wzmacnienia w zakresie ± 5 dB /przy 150 kHz/. Częstość stosowania wzmacniaków T jest uzależniona od spodziewanego zakresu zmian temperatury pracy kabla.

Na odcinkach wzmacniakowych sąsiadujących bezpośrednio ze stacjami końcowymi, ze względu na zakłócenia pochodzące z central automatycznych, stosuje się podwyższony poziom o 10 dB. Ilustruje to przykładowy plan rozmieszczenia wzmacniaków na rys. 4.

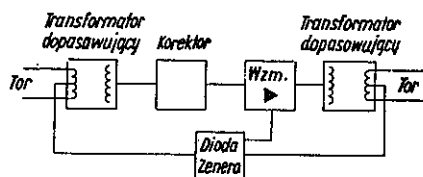


Rys. 4. Rozmieszczenie wzmacniaków

R- regulowany; NR - nieregulowany; Wp - z podwyższonym poziomem

Podane poziomy odnoszą się do mocy poszczególnych fal nośnych

Blokowy schemat wzmacniaka NR jest pokazany na rys.5. Napięcie zasilające jest pobierane z diody Zenera, wynosi ono 22 V dla wzmacniaka NR, 25 V dla R i 36 V dla WP.

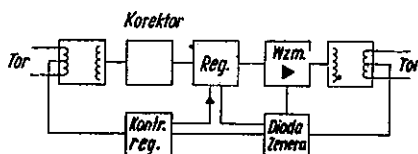


Rys. 5. Blokowy schemat wzmacniacza nieregulowanego

Sam wzmacniacz składa się z trzech stopni w układzie wspólnego emitera /OE/; głębokość ogólnego sprzężenia zwrotnego wynosi 20 dB – oprócz tego istnieją dwie gałęzie lokalnego sprzężenia o głębokości po 15 dB. Nie stosuje się żadnych zabezpieczeń przeciwko napięciom indukowanym w kablu. Wzmacniak jest dobrze izolowany od powłoki kablowej i ziemi, natomiast same tranzystory są zabezpieczone przed przepięciami udarowymi przez odpowiednie zaprojektowanie schematu wzmacniacza.

Wzmacniak WP jest prawie identyczny jak NR – tylko w stopniu wyjściowym posiada tranzystor krzemowy zapewniający większą moc wyjściową.

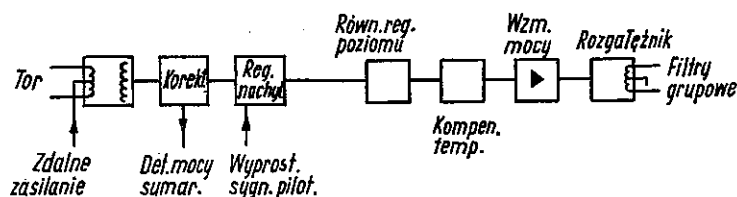
Wzmacniak regulowany R posiada dodatkowy stopień regulacyjny i wzmacniacz taki sam, jak we wzmacniaku NR /rys. 6/. W emiterze stopnia regulacyjnego znajduje się



Rys. 6. Blokowy schemat wzmacniacza regulowanego

termistor, który jest podgrzewany prądem proporcjonalnym do prądu zasilającego. Zmiany oporności termistora powodują zmiany wzmacnienia wzmacniacza.

Zmiany nachylenia charakterystyki tłumienności toru kablowego w funkcji temperatury są stosunkowo nieznaczne i mogą być kompensowane tylko we wzmacniaczu odbiorczym. Jego schemat blokowy jest pokazany na rys. 7. Re-



Rys. 7. Blokowy schemat wzmacniacza odbiorczego

gulacja nachylenia jest realizowana za pomocą układu podwójnego T, którego charakterystyka przenoszenia zmienia się w zależności od oporności zamykającej. Opornością zamykającą jest termistor podgrzewany napięciem proporcjonalnym do poziomu pilota. W celu zapewnienia regulacji w całym pasmie stosuje się dwa układy korekcyjne: jeden dla zakresu 20 - 50 kHz i drugi, dla zakresu 50 - 400 kHz.

Regulacja nachylenia powoduje niepożądane wahania poziomu; aby je skompensować stosuje się dodatkową, płaską regulację poziomu. Wzmacniacz regulacyjny posiada dwa stopnie wzmacnienia i termistor w gałęzi sprzężenia zwrotnego. Oporność termistora jest regulowana w zależności od sumarycznej mocy wszystkich fal nośnych, co w e-

fekcie zapewnia stałą moc wyjściową wzmacniacza. Oporność termistora zależy również od temperatury otoczenia, jest więc potrzebna kompensacja temperaturowa, która jest realizowana za pomocą tłumika zawierającego jeszcze jeden termistor.

Grupowe wzmacniacze są bardzo podobne do wzmacniacza odbiorczego - tylko zakres częstotliwości, w którym one pracują, jest mniejszy i obejmuje 12 kanałów.

W zespole wzmacniaka odbiorczego znajduje się detektor sumarycznej mocy fal nośnych, który steruje płaską regulacją poziomu we wzmacniaczu odbiorczym i wzmacniakach przelotowych. Urządzenie to po wzmocnieniu i wyprostowaniu sygnału porównuje otrzymane napięcie stałe z napięciem wzorcowym. Napięcie wypadkowe steruje wzmacniacz prądu stałego, który kontroluje wielkość napięcia zasilającego wysyłanego w linię. Jeżeli poziom fal nośnych maleje, to wówczas napięcie zasilające zostaje podwyższone /wzrasta prąd zasilający/, co powoduje wzrost wzmocności wzmacniaków przelotowych.

4. SYGNALIZACJA

W konwencjonalnych systemach telefonii wielokrotnej kryteria sygnalizacyjne przesyła się zwykle za pomocą częstotliwości akustycznych, leżących bądź wewnątrz pasma, bądź nieco powyżej. Stosowanie sygnalizacji pozapasmowej wymaga użycia filtrów o bardzo stromych charakterystykach. Sygnalizacja wewnątrzpasmowa wymaga z kolei odpowiednio rozbudowanych zabezpieczeń przed urucho-

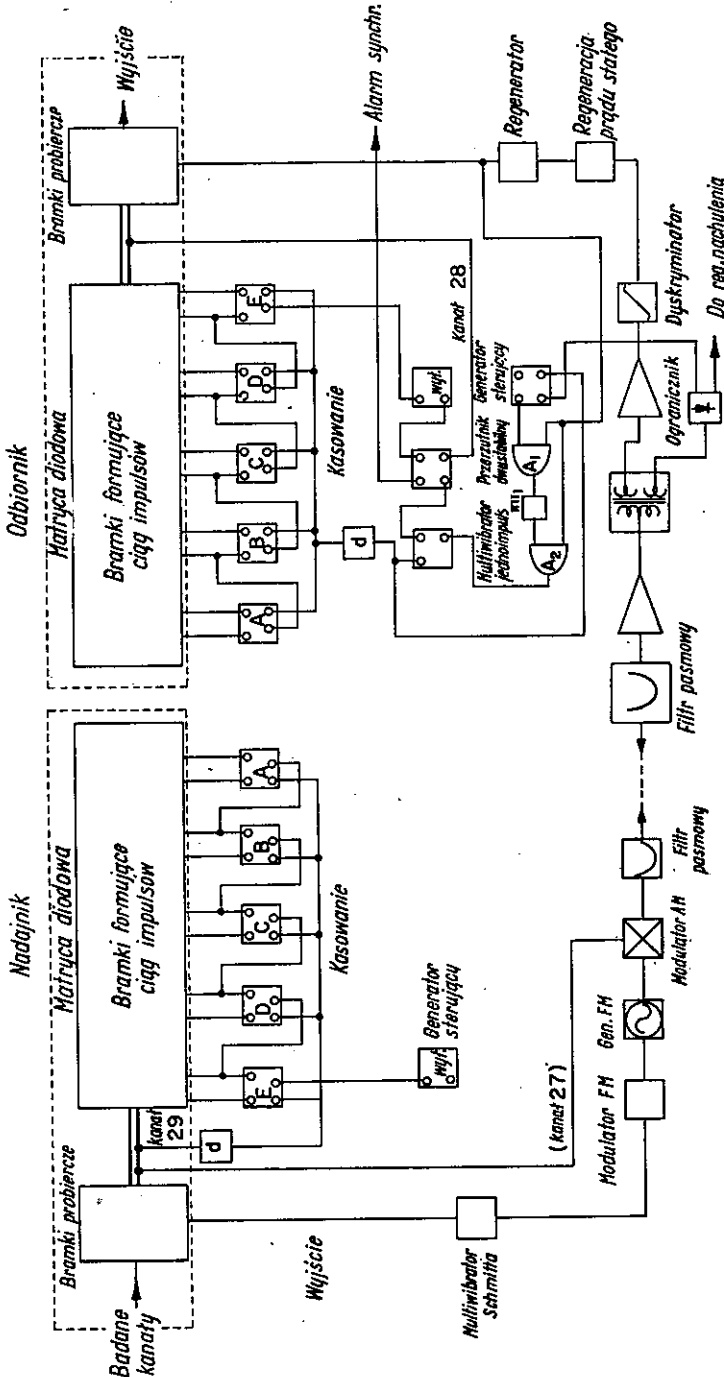
mieniem odbiorników sygnalizacji częstotliwościami mowy. Oba te systemy wymagają stosowania rozbudowanych translacji tonowych, odrębnych dla każdego kanału, co znacznie podraża koszt całego systemu.

Aby obniżyć do minimum koszty urządzeń sygnalizacyjnych w systemie S7A, zastosowano zupełnie nowe w praktyce teletransmisyjne rozwiązanie. Zastosowano system kodowo-czasowy, który kolejno przesyła informacje o stanie każdego z kanałów. Nie jest wymagany odrębny kanał do przesyłania informacji sygnalizacyjnych, ponieważ wykorzystuje się do tego celu częstotliwości pilotujące. Na odległym końcu urządzenie odbiorcze dostarcza kolejno do każdego z kanałów informacji w postaci zrozumiałych dla centrali kryteriów prądu stałego.

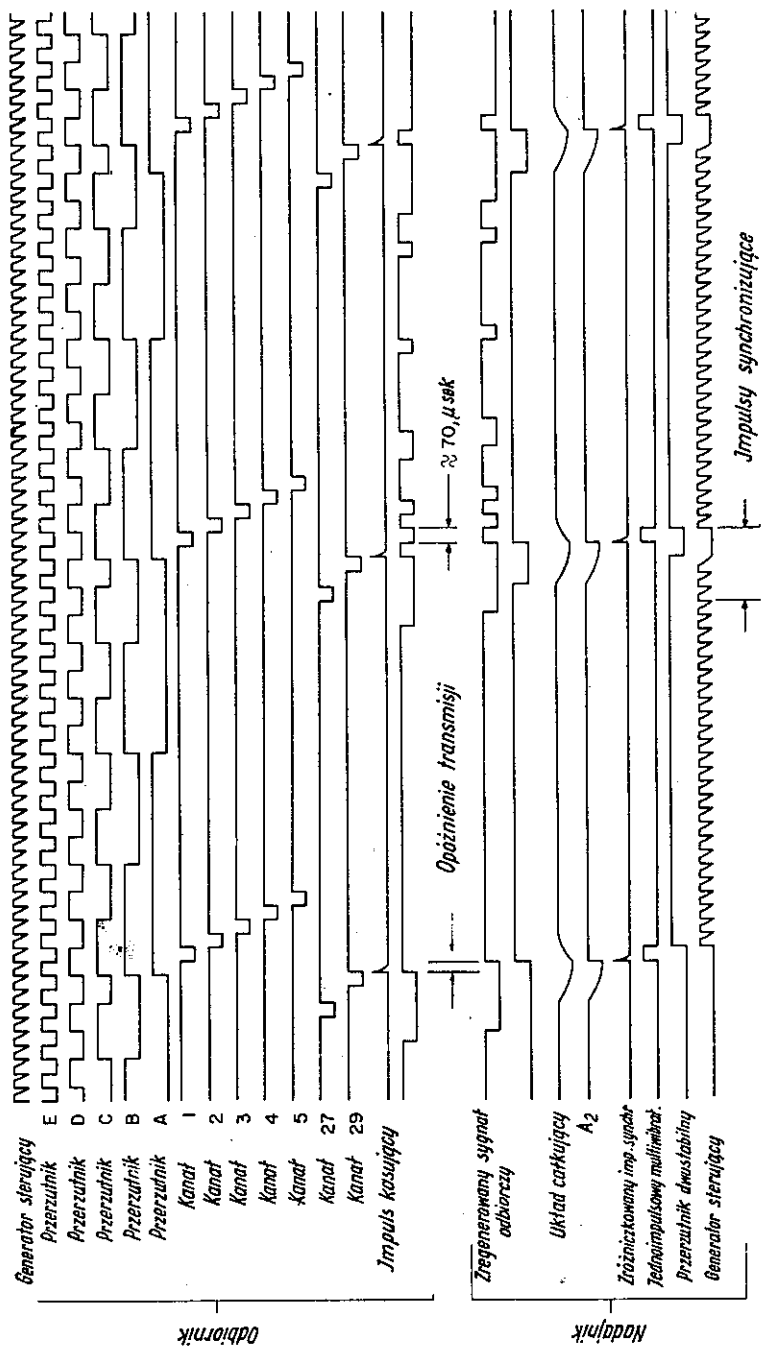
Jak we wszystkich urządzeniach typu kodowo-czasowych, najbardziej rozbudowane kosztownymi fragmentami urządzeń sygnalizacyjnych są urządzenia grupowe, natomiast urządzenia kanałowe są bardzo proste i tanie. Jednakże i urządzenia grupowe, pomimo swego skomplikowania, składają się z dużej ilości powtarzających się elementów, dzięki temu są stosunkowo tanie i łatwe w obsłudze.

Do wyjaśnienia zasady działania omawianego systemu sygnalizacji służy schemat blokowy, podany na rys. 8, oraz wykresy przebiegów impulsowych pokazane na rys. 9.

Urządzenie nadawcze jest sterowane generatorem podstawy czasu, który daje impulsy o czasie trwania 70 μ sek. Impuls generatora przełącza przerzutnik E, który przerzuca D co drugi impuls generatora. Z kolei D przerzuca C co czwarty impuls generatora, itd. W sumie pięć prze-

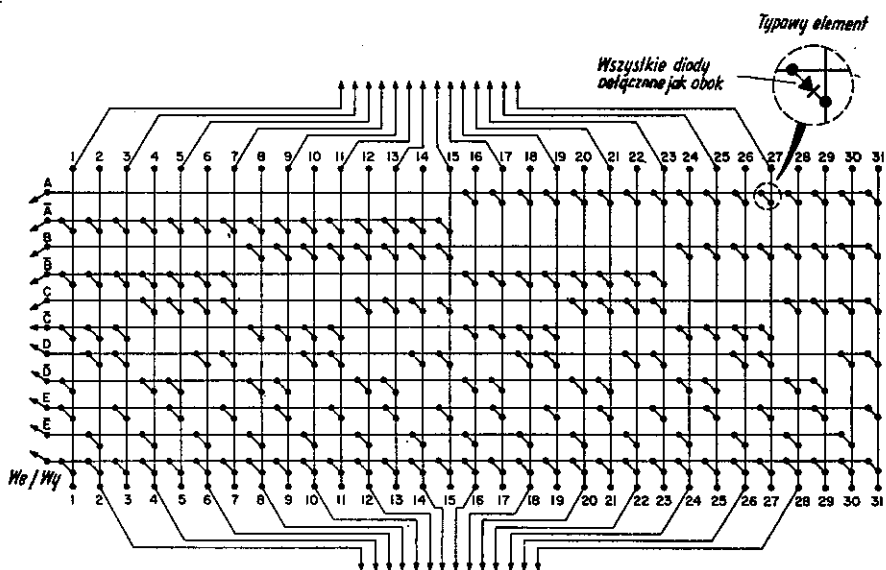


Rys. 8. Blokowy schemat kodowo-czasowego systemu sygnalizacji



Rys. 9. Wykres przebiegów impulsowych

rzutników dwustanowych w pojedynczym cyklu przełączeń daje 32 kombinacje stanów wyjść. Wykorzystanych jest tylko 30 kombinacji, tak więc przerzutniki powracają do stanu wyjściowego po 29 impulsie generatora. Przebiegi impulsów generatora i poszczególnych przerzutników są pokazane w górnych rzędach na rys. 9. Każdy przerzutnik posiada dwa wyjścia. Impulsy z obu wyjść są identyczne, tylko względem siebie są przesunięte o 180° . Impulsy przesunięte będą oznaczane jako \bar{A} , \bar{B} itd., i nie są uwiidocznione na wykresie. Impulsy otrzymywane z przerzutników są wykorzystywane do sterowania bramek probierczych. Bramki tworzą matrycę diodową, zawierającą 166 diod. Do matrycy są dołączone wyjścia wszystkich kanałów i wyj-



Rys. 10. Schemat matrycy diodowej

ścia przerzutników. Linie przychodzące z kanałów posiadają pewien ujemny potencjał. W określonym przedziale czasowym, przyporządkowanemu próbowanemu kanałowi, na wyjściu oznaczonym WE/WY pojawia się ujemny impuls. I tak np. dla linii 23 ujemny impuls na WE/WY pojawi się wtedy, i tylko wtedy, gdy występują ujemne impulsy A, B, C, D i E. Odpowiednio inne kombinacje impulsów przerzutników wybierają przedziały czasowe dla pozostałych linii. W przyporządkowanym w ten sposób przedziale czasowym linia może mieć dwa stany: może być nacechowana dużym ujemnym potencjałem lub małym. W pierwszym przypadku na WE/WY pojawi się impuls, w drugim nie. W ten sposób jest określany stan wszystkich linii; pozycje 25 i 26 zajęte są przez kontrolę alarmów grupowych, natomiast pozycje 27, 28 i 29 posiadają stale minus. Uzyskane w ten sposób trzy impulsy są wykorzystywane do synchronizacji.

Impulsy otrzymane z matrycy diodowej są dalej formowane na impulsy prostokątne przez multiwibrator Schmitta i następnie są używane do modulowania częstotliwości pilotującej. Nominalne częstotliwości pilotujące są odstrajane o $\pm 14,4$ kHz w górę lub w dół, w zależności od tego, czy transmitowany jest znak czy przerwa.

Na stacji odbiorczej część pilota jest odgąęziana do regulacji nachylenia, natomiast w gałęzi sygnalizacyjnej częstotliwość pilotująca jest demodulowana i przetwarzana w identyczny sposób, jak na stacji nadawczej, ale w odwrotnym kierunku.

Aby przesyłane informacje trafiły na odległym końcu do właściwego kanału, musi być zapewniona synchroniza-

cja. Zasady synchronizacji stosowanej w omawianym urządzeniu opierają się na założeniu, że stałość częstotliwości generatora podstawy czasu w odbiorniku jest wystarczająca, aby utrzymać synchronizm w czasie podstawowego cyklu 28 impulsów. W odbiorniku generator wyłącza się samoczynnie 28 impulsem. Ostatnie trzy impulsy z nadajnika, odpowiednio przetworzone, powodują włączenie 29 impulsem generatora w odbiorniku, dzięki czemu każdy cykl rozpoczyna się synchronicznie.

Oprócz tego urządzenie posiada duży zapas pewności działania.

Impulsowanie tarczą numerową przebiega z szybkością 10 impulsów na sekundę, tak więc każdy impuls jest próbowany około 50-krotnie. Gdyby więc nawet zaginęło kilka jednostkowych cykli probierczych, nie wpłynie to na całość przekazywanej informacji. Nadmienić należy, że przy tego rodzaju systemach transmisji danych pracujących z modulacją częstotliwości, ilość przekłamań jest jeszcze do pominięcia przy stosunku sygnału do szumu rzędu 8 dB. Tej wielkości zakłócenia są oczywiście już niedopuszczalne dla systemów teletransmisyjnych.

System 81A jest przeznaczony do pracy w torach międzycentralowych - z tego względu urządzenia sygnalizacyjne muszą przekazywać wszystkie kryteria łączeniowe, jakie występują między centralami automatycznymi. W USA znajduje się w eksploatacji kilka typów central i dlatego też występuje kilka rodzajów kryteriów. Urządzenia kanałowe są więc różne w zależności od typu central. Ich zadanie polega na przekształceniu kryteriów dostarczanych

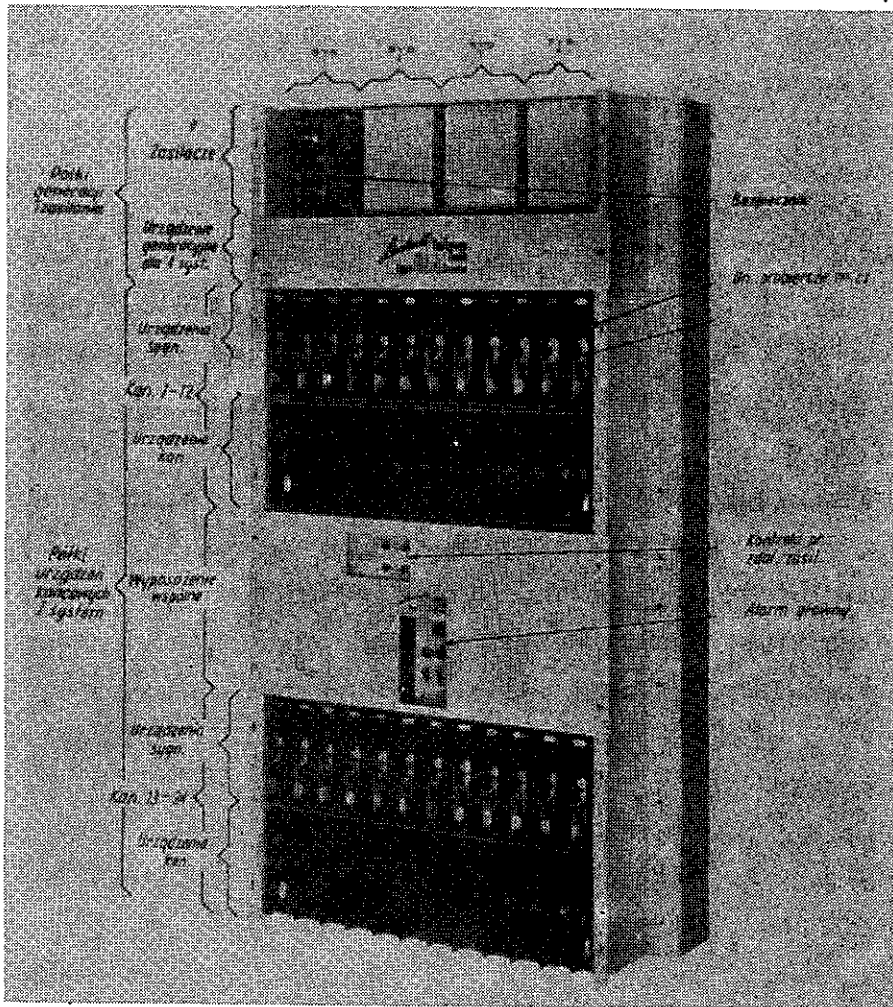
przez centrale na proste kryterium /skok ujemnego potencjału/ doprowadzane do matrycy diodowej i odwrotnie. Urządzenia te są bardzo proste i nie wpływają w istotny sposób na koszty.

5. ROZWIĄZANIE KONSTRUKCYJNE

Na jednym stojaku o wymiarach 11,5 stopy x 19 cali /400 x 48 cm/ są zmontowane 4 zespoły urządzeń końcowych systemu SIA. Na rys. 11 jest pokazany wygląd zewnętrzny pojedynczego zespołu 14-kanalowego. Urządzenia są podzielone na dwie grupy 12-kanalowe, przedzielone wspólnymi urządzeniami grupowymi. Na górze nad zespołami znajdują się urządzenia zasilające i generacyjne, które są w stanie dostarczyć energii i fal nośnych dla czterech zespołów 24 kanałów. Urządzenia zasilające wzmacniaki przelotowe znajdują się w zespole wyposażenia grupowego.

Poszczególne półki składają się z zespołów umieszczonych na płytkach z tworzywa sztucznego wyposażonych w łączówki nożowe do połączenia z całością. Godny uwagi jest sposób wykonania montażu płytek. Zrezygnowano z techniki obwodów drukowanych, które wymagają odrębnego procesu technologicznego do przygotowania samych płytek. Wprowadzono technikę tzw. "obwodów szytych", których sposób wykonania różni się od obwodów drukowanych tym, że wszystkie połączenia, wykonane po jednej stronie płytki są prowadzone gołymi przewodami w miejsce natryskiwanych ścieżek miedzianych.

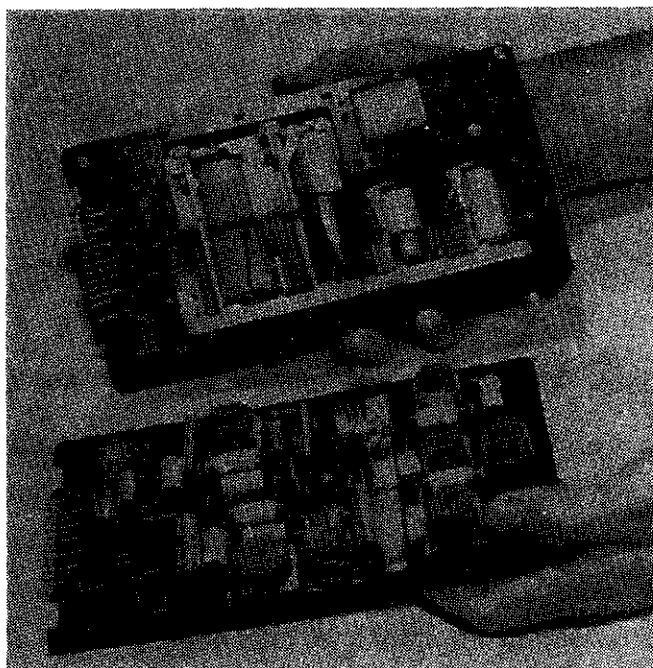
Na rysunku 12 jest przedstawiony wygląd zewnętrzny zespołów kanałowych/modulacyjnego i sygnalizacyjnego/, na-



Rys. 11. Wygląd zewnętrzny stojaka urządzeń końcowych systemu 81A

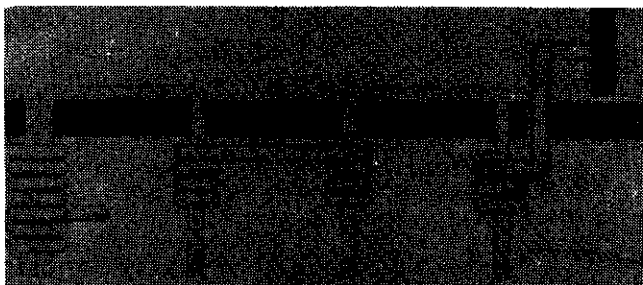
tomiał na rys. 13 - sposób wykonania połączeń.

Montowanie zespołu przebiega w następujący sposób: w płytce przewierca się odpowiednią ilość otworów, w które zaprasowuje się później zaciski lutownicze. Przez o-



Rys. 12. Płytki urządzenia kanałowego /dół/
i kanałowego urządzenia sygnalizacyjnego /góra/

twory znajdujące się w pobliżu zacisków wprowadza się końcówki elementów i w następnej fazie okręca się je dookoła końcówek lutowniczych. W taki sam sposób wykonuje się połączenia pomiędzy elementami. Następnie płytka zostaje zanurzona w wannie lutowniczej, co kończy cykl produkcyjny. Wszystkie operacje są wykonywane za pomocą automatycznej linii montażowej. Zastosowany zespół maszyn i urządzeń jest bardzo elastyczny i w prosty sposób można zmieniać program dla poszczególnych głowic, jak: zmiana rozstawienia otworów, zmiana elementów, połączeń. Dzięki temu technika obwodów sztych jest przydatna również dla średnich i małych serii produkcyjnych.



Rys. 13. Sposób wykonania obwodów sztytych

Podobnie jak przy stosowaniu obwodów drukowanych, są wymagane odpowiednie końcówki elementów. Wymagania te rozciągnięto również na elementy większe, jak transformatory i przekazy. Warto zaznaczyć, że nie stosuje się żadnych mocowań mechanicznych. Stosuje się końcówki dostatecznej grubości i sztywności, co zapewnia również sztywność mechaniczną całej konstrukcji. W przypadku gdy w zespole znajduje się większa ilość elementów ciężkich, zespół montuje się pomiędzy dwoma płytkami w celu zwiększenia wytrzymałości mechanicznej. Taki sposób montażu daje w rezultacie duże zagęszczenie elementów w jednostce objętości, nie jest to jednak groźne ze względu na całkowitą tranzystoryzację systemu. Urządzenia zasilające, w których wydzielą się pewna ilość ciepła, zostają celowo umieszczone na górze, aby uniknąć podgrzewania urządzeń transmisyjnych.

